

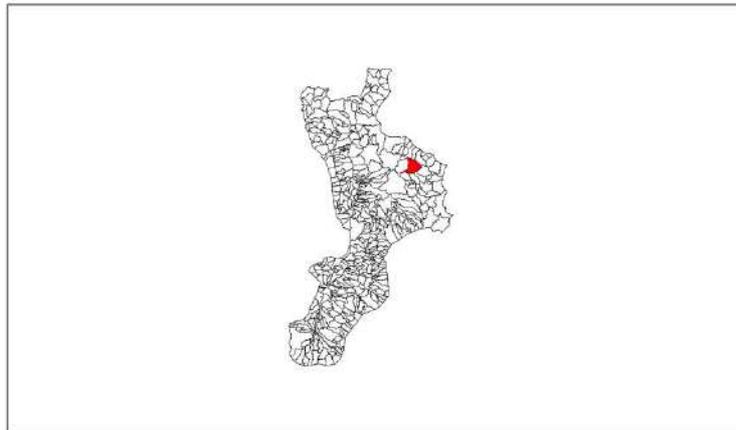


Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 Giugno 2009 n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

Regione Calabria
Comune di Campana



Regione Calabria	Soggetto realizzatore Ing. Francesco Mangone Geol. Iozzi Cataldo Geol. Marcello Campana Geol. Tonino Caracciolo	Data Aprile 2014
------------------	---	---------------------

Sommario

1 INTRODUZIONE.....	3
2 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO ..	4
2.1 Descrizione delle zone sorgenti della Calabria	8
2.2 Compatibilità cinematica tra ZS9 e ZS4	9
2.3 Storia sismica di Campania	9
2.4 Faglie attive	11
3 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	12
3.1 Inquadramento geologico (Roda C. 1967)	12
3.2 Assetto geologico dell'area di studio	13
3.3 Assetto geomorfologico	15
4 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	16
5 MODELLO DEL SOTTOSUOLO	16
6 INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE.....	17
7 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	17
8 ELABORATI CARTOGRAFICI	19
8.1 Carta delle Indagini	19
8.2 Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica	19
8.3 Considerazioni relative alle carte geologico tecniche elaborate	20
8.4 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica	23
8.4.1 Aree stabili ma suscettibili di amplificazione sismica	23
9 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DI DANNI PER EVENTI PASSATI.....	26
10 BIBLIOGRAFIA	27

1 INTRODUZIONE

Il presente Studio di Microzonazione sismica rappresenta il livello di base per ulteriori studi di M.S. di livello superiore e consiste in una raccolta organica di dati di natura geologica, geotecnica, geofisica e di informazioni finalizzate alla suddivisione del territorio in aree omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Lo studio rientra nel “Piano nazionale per la prevenzione sismica” art. 11 del Decreto legge n. 39/2009, “legge Abruzzo” (convertito con la legge n. 77/2009), ed è stato redatto in conformità alla OPCM 4007/12.

Il territorio in oggetto si colloca nel settore del Basso Ionio della provincia di Cosenza ed è compreso tra il comune di Pietrapaola Mandatoriccio e Scala Coeli a Nord, Bocchigliero a Est ed Umbriatico ad Ovest.

Si estende tra la quota min. di 152 m. s.l.m. e la quota max di 1232 m. s.l.m. e, dal punto di vista fisiografico, si presenta collinare nella fascia in sinistra idrografica del fiume Nicà, e montuoso per la restante parte.

Per la redazione degli elaborati cartografici che sono parte integrante del presente studio è stata utilizzata come base cartografica la Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 in formato vettoriale (DWG) georiferita nel sistema UTM-WGS 1984.

Per l’analisi geomorfologica del territorio si è fatto ricorso alla fotointerpretazione da foto aeree ed al rilevamento diretto di superficie oltre che alle fonti bibliografiche reperibili in letteratura scientifica.

La discriminazione di aree territoriali a differente livello di pericolosità di frana è stata eseguita mediante analisi fotointerpretativa di stereocoppie per l’intero comprensorio di studio.

Per quanto attiene la geologia dell’area è stata utilizzata come base la Carta Geologica della Calabria in scala 1:25000, Foglio 230 sez. II SO Campana, I SO Calopezzati, II NE, Cariati, II NO Pietrapaola, II SE Umbriatico. Per la redazione del database geologico tecnico lo shape della geologia è stato implementato con l’ausilio delle conoscenze personali basate sui vari rilevamenti di campagna eseguiti dagli scriventi.

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

Il Comune di Campana ricade nella Zona Sismogenetica 930.

Fino al 2002 la zonazione sismo genetica ZS4 (fig. 1) ha rappresentato il punto di riferimento per la maggior parte delle valutazioni di pericolosità sismica nell'area italiana. Gli sviluppi più recenti delle conoscenze in materia di sismogenesi hanno evidenziato alcune inconsistenze in tale modello di zonazione, a cui nel 1999 si è aggiunta una non completa coerenza con il catalogo CPTI (pubblicato in quell'anno da Gruppo di lavoro CPTI); inoltre a causa delle ridotte dimensioni delle zone sismo genetiche, anche utilizzando questo catalogo il campione di terremoti disponibili per molte delle zone sismo genetiche è scarso, tale da rendere instabili le stime dei ratei di sismicità.

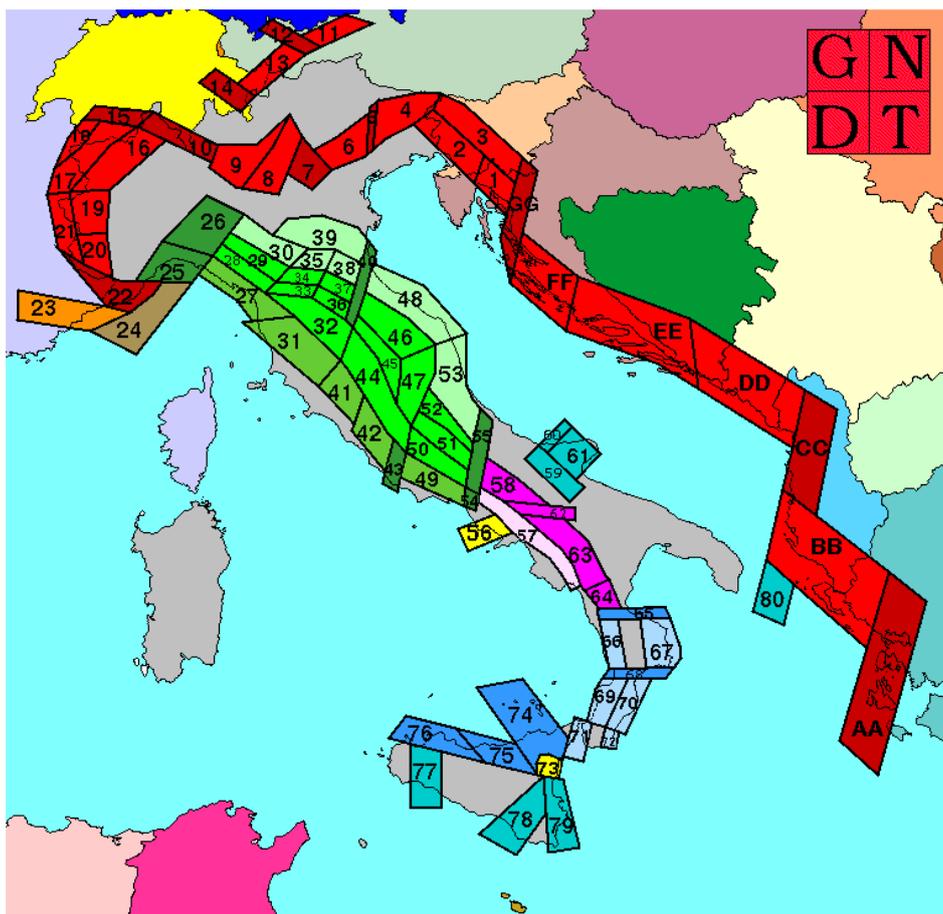


Figura 1

Legenda della zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996)

A. Zone di interazione tra piastra adriatica e piastra europea (Alpi e Sudalpino) e zone di interazione tra piastra adriatica e sistema dinarico (Dinaridi ed Ellenidi fino allo svincolo di Cefalonia). L'asse di compressione massima, suborizzontale segue i vettori di spostamento dell'indenter insubrico.



1.1. Aree con meccanismi di rottura attesi di tipo thrust e transpressivi



1.2. Aree di svincolo, con meccanismi di rottura attesi di tipo transpressivo o strike-slip

B. Zone legate al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione sotto la catena appenninica.



2.1. Fascia padano-adriatica in compressione. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip



2.2. Fascia intermedia. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip



2.3. Fascia tirrenica in distensione. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip



2.4. Zone di svincolo (transfer). Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di strike-slip.

Non è ancora definitivamente chiarito se l'Arco Calabro appartiene a questo gruppo o al gruppo 3. Nella prima ipotesi:



2.5.a. Fasce sismogenetiche longitudinali. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip



2.5.b. Zone di svincolo. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip

C. Zone legate al recente sollevamento della catena appenninica, successivo ad una lunga storia di migrazione spazio-temporale del sistema catena-avampese.



3.1. Fascia appenninica principale. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip e subordinatamente strike-slip



3.2. Margine tirrenico. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip

D. Zone legate ad un regime compressivo giovane impostato su un precedente regime distensivo.



4.1. Mar Ligure. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip



4.2. Liguria occidentale. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip e transpressione

E. Zone di rottura all'interno della piastra di avampese e lungo i suoi margini in flessione.



5. Belice, Iblei, Scarpata Ibleo-Maltese, Gargano-Tremiti, Canale d'Otranto. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip nelle aree di flessura e lungo la scarpata di Malta e di strike-slip nelle altre

F. Zone vulcaniche



6. Ischia-Flegrei, Vesuvio ed Etna, con terremoti molto superficiali. Meccanismi di rottura attesi per i terremoti meno superficiali: dip-slip per l'area campana e misti (dip-slip e strike-slip) per l'Etna

Figura 2

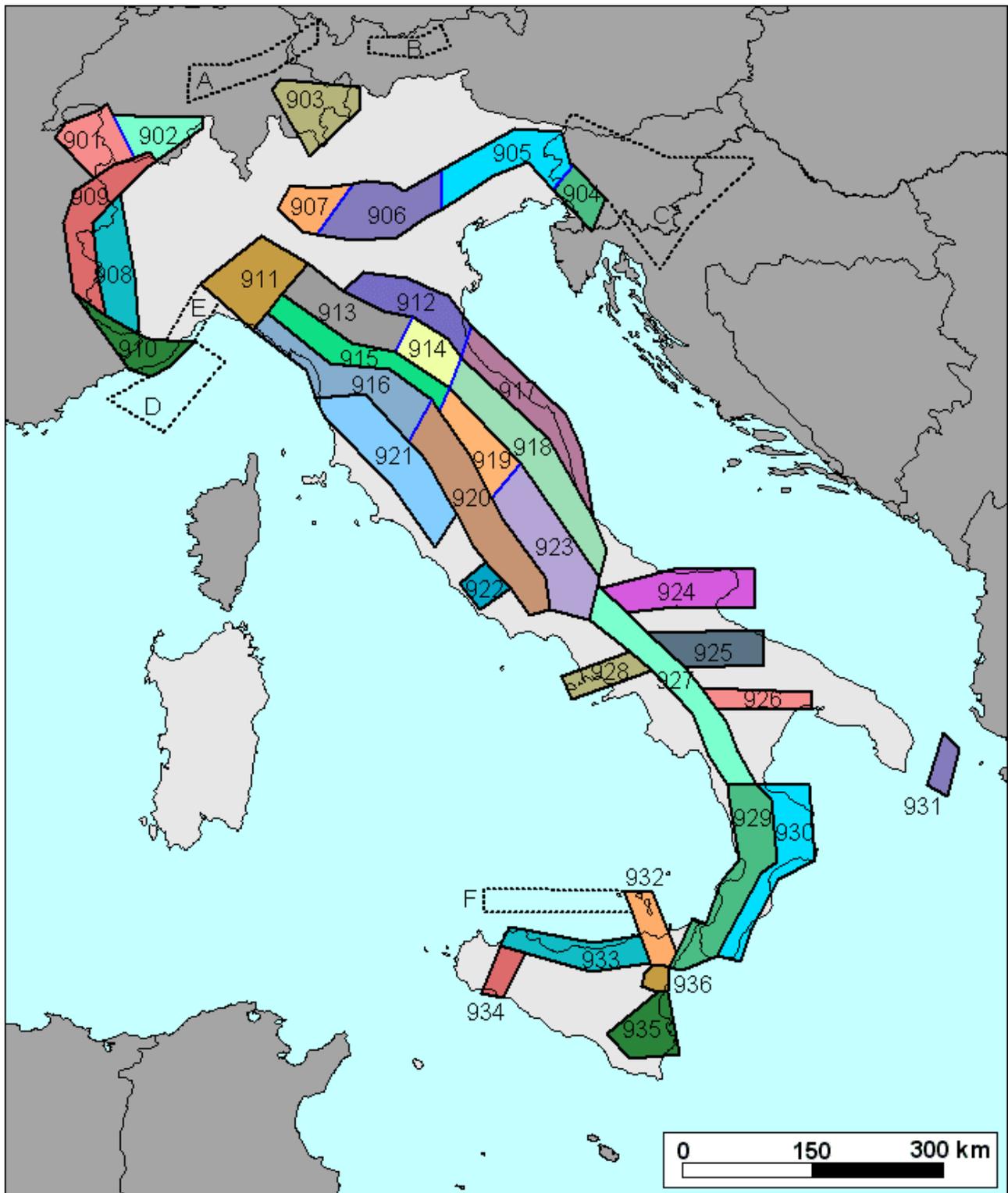


Figura 3 Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il colore delle zone non è significativo.

Per superare questo stato di cose e rendere disponibile, nel breve tempo a disposizione, una zonazione utilizzabile, si è convenuto di disegnare una nuova zonazione, denominata ZS9 (fig.3), che soddisfacesse i seguenti requisiti:

- essere basata prevalentemente sul *background* informativo e sull'impianto generale di ZS4, che deriva dall'approccio cinematico all'elaborazione del modello sismotettonico;
- recepire le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane messe a disposizione da DISS 2.0 (*Database of Potential Sources for Earthquake Larger than M5.5 in Italy*, Valensise e Pantosti, 2001) e da altre compilazioni regionali di faglie attive;
- considerare le indicazioni e gli spunti che derivano dall'analisi dei dati relativi ai terremoti più importanti verificatisi successivamente alla predisposizione di ZS4, alcuni dei quali (tra gli altri Bormio 2000, Monferrato 2001, Merano 2001, Palermo 2002, Molise 2002) localizzati al di fuori delle zone-sorgente in essa definite;
- superare il problema delle ridotte dimensioni delle zone-sorgente e della conseguente limitatezza del campione di terremoti che ricade in ciascuna di esse;
- essere utilizzabile in congiunzione con il nuovo catalogo CPTI2 utilizzato per i calcoli dei tassi di sismicità all'interno di questo progetto (ZS4 era stata tracciata anche sulla base del quadro di sismicità storica che derivava da NT.4);
- fornire una stima di profondità "efficace", definita come l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti in ogni zona-sorgente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale;
- fornire per ogni ZS un meccanismo di fagliazione prevalente utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate sulla base dei coefficienti proposti da Bommer et al. (2003).

La zonazione sismogenetica ZS9 è il risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone di ZS4 e dell'introduzione di nuove zone. L'obiettivo di questa ricerca è stato la realizzazione di un modello più coerente con i nuovi dati e con il quadro sismotettonico oggi disponibile. Il riferimento all'impianto di ZS4 è giustificato dal fatto che lo schema geodinamico e sismotettonico su cui fu fondata la redazione di questo modello nella prima metà degli anni '90 (Meletti et al., 2000) è ritenuto nelle sue linee generali tuttora valido. Quanto sopra chiarisce che con ZS9 non si è inteso introdurre drastici elementi di novità in riferimento al quadro cinematico generale su cui si basava ZS4. Il vero elemento di novità, oltre naturalmente al catalogo sismico di cui si è detto ampiamente nella sezione precedente, è rappresentato dall'introduzione delle conoscenze più recenti sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche. 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 il 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.

2.1 Descrizione delle zone sorgenti della Calabria

Le zone-sorgente della Calabria fino allo Stretto di Messina (zone da 65 a 72 in ZS4) sono state modificate in due nuove zone, una sul lato tirrenico della regione (zona 929) e una sul lato ionico (zona 930). La figura 5 mostra il modello proposto in relazione al contenuto informativo di DISS 2.0. L'esistenza di queste due distinte zone rispecchia livelli di sismicità ben differenti. I terremoti con più elevata magnitudo hanno infatti interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo Stretto di Messina (zona 929). Tra questi eventi spiccano la sequenza del 1783 e i terremoti del 1905 e 1908 (tra la scarsa letteratura sui terremoti di questo settore si vedano Valensise e Pantosti, 1992; Valensise e D'Addezio, 1994; Galli e Bosi, 2002). Viceversa sul lato ionico della Calabria solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi. Peraltro recenti studi paleosismologici (Galli e Bosi, 2003) porrebbero l'evento del 9 giugno 1638 in relazione con la faglia dei Laghi posta sulla Sila. L'area della Sila, che in ZS4 veniva equiparata al *background*, nella nuova proposta viene divisa in due parti attribuite alle due zone appena descritte. Secondo lo stesso criterio si è deciso di attribuire alla zona 929 l'area che in ZS4 era compresa tra le zone 71 e 72.

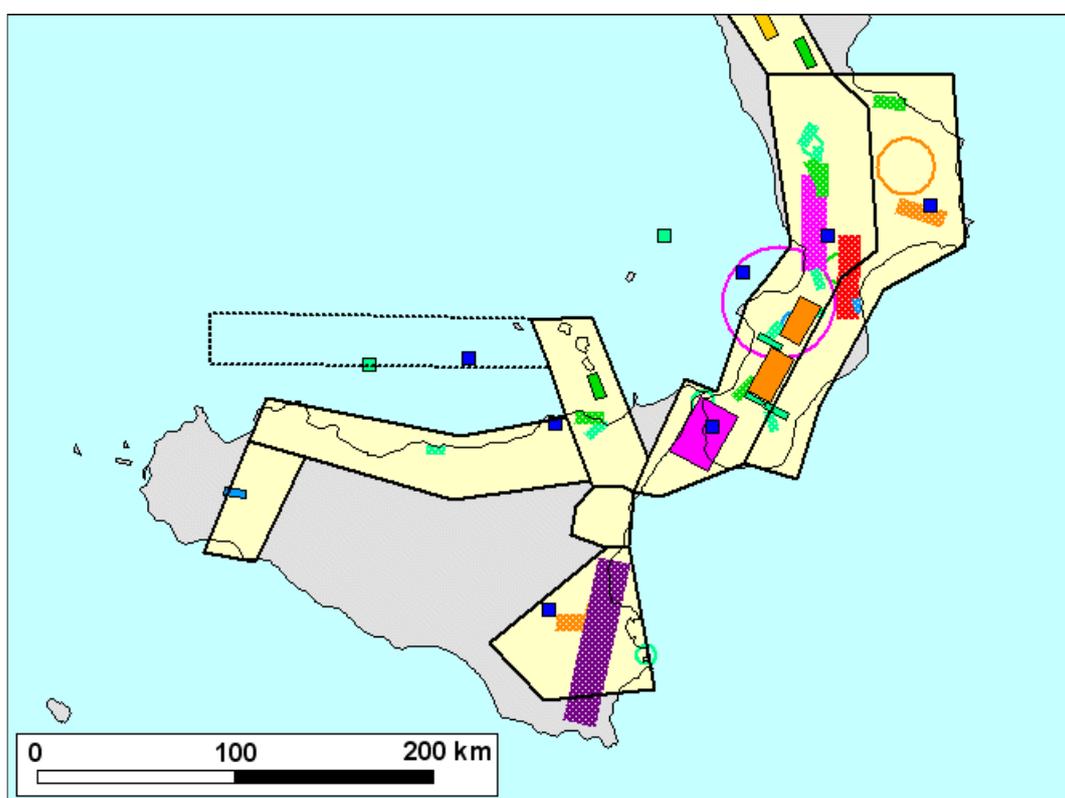


Figura 4 Zonazione sismogenetica ZS9 per l'Arco calabro e la Sicilia (bordi in nero) a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel *database* DISS 2.0.

2.2 Compatibilità cinematica tra ZS9 e ZS4

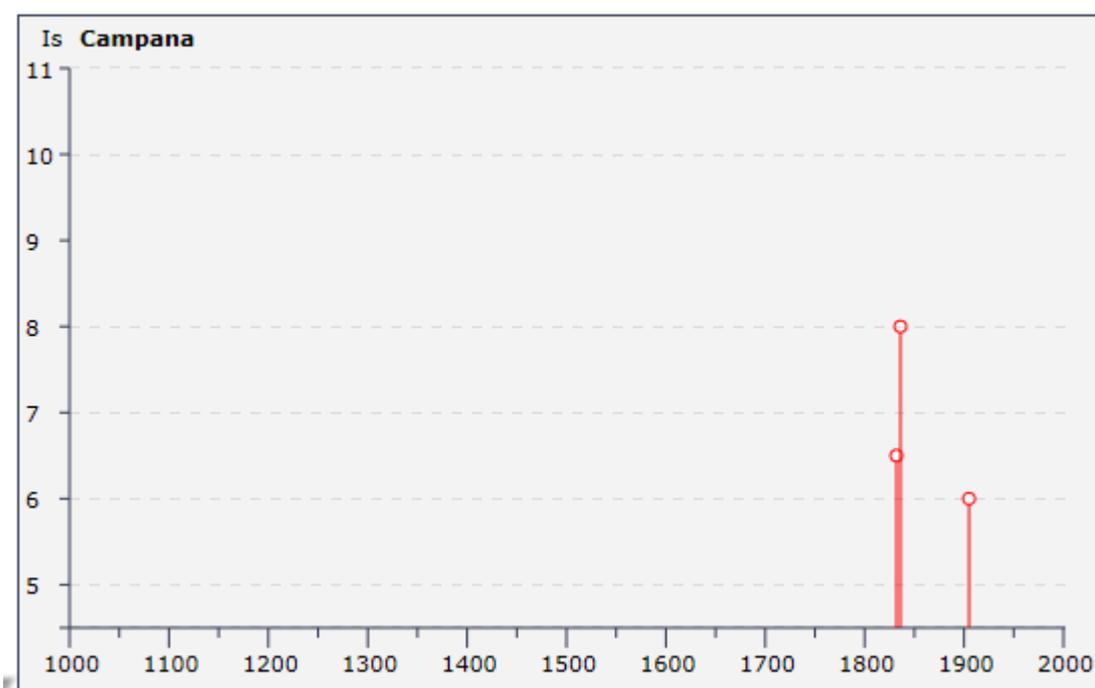
Come evidenziato nei precedenti paragrafi, ZS9 non introduce elementi di novità per quanto attiene agli aspetti cinematici rispetto a ZS4. Il testo che segue propone un confronto sugli aspetti cinematici tra ZS9 con ZS4, con dettaglio per i vari settori del territorio calabro. Meccanismi estensionali sono attesi nelle zone 929 e 930, come risultato della risposta superficiale all'arretramento flessurale della litosfera adriatica. Tale interpretazione è in accordo col presupposto cinematico su cui si fondava ZS4. Le modifiche alle zone della Calabria, risultato dei recenti avanzamenti nella conoscenza della tettonica attiva di questo settore, non cambiano il quadro cinematico di riferimento. Come nel resto del territorio italiano, le faglie di trasferimento (su cui erano modellate le zone 65 e 68 di ZS4) sono state incluse nelle zone longitudinali

2.3 Storia sismica di Campana

Per quanto attiene la storia sismica del Comune di Campana si è fatto ricorso alla banca dati reperibile dal sito: <http://istituto.ingv.it/1-ingv/archivi-e-banche-dati>, dalla quale sono stati estrapolati i seguenti dati.

Numero di eventi: 7

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
6-7	1832	03	08	18	30	Crotonese	78	10	6.48
8	1836	04	25	00	20	Calabria settent.	46	10	6.16
6	1905	09	08	01	43	Calabria	827	10-11	7.06
4	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
4	1988	04	13	21	28	POLLINO	272	6-7	4.98
NF	1990	05	05	07	21	POTENTINO	1374	7-8	5.84
2	1996	04	27	00	38	COSENTINO	123	7	4.81





Località vicine (entro 10km)			
Località	Stato	NMO	Distanza
Bocchigliero	IT	10	6km
Mandatoriccio	IT	5	6km
Pietrapaola	IT	4	8km
Scala Coeli	IT	8	7km

Figura 5 sismicità storica

2.4 *Faglie attive*

Nella redazione della carta geologico tecnica si è tenuto conto della presenza o meno di faglie attive nell'area di studio. Le faglie sono state cartografate a partire dai dati reperibili nella carta geologica usata come base e catalogate sulla base del loro stato di attività.

3 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3. Inquadramento geologico (Roda C. 1967)

L'area di CAMPANA è ubicata in parte nel bacino idrografico del torrente Laurenzano, affluente in destra idrografica del fiume Trionto ed in parte nel bacino idrografico del fiume Nicà. Essa è riferibile, sotto il profilo geostrutturale, con riferimento al modello di Amodio, Morelli et al. (1978), alla cosiddetta UNITA' DI LONGOBUCCO - LONGI - TAORMINA. L'unità di Longobucco, rappresenta la parte più bassa dei terreni affioranti da Longobucco al mare Jonio rappresentando il gruppo litologico più diffuso nella Sila Greca.

Essa è costituita da un basamento metamorfico – cristallino seguito da una copertura sedimentaria.

L'unità risulta suddivisa in più falde tettoniche sovrapposte ciascuna delle quali ripete, anche se talora parzialmente, lo schema basamento metamorfico e cristallino - copertura sedimentaria.

Le metamorfiti di basso grado sono rappresentate da filladi, metagrovacche e metacalcari.

Le rocce magmatiche sono rappresentate da granodioriti e, subordinatamente, micrograniti, porfidi, apliti e pegmatiti.

Seguono, dal basso verso l'alto, i depositi calcarei del Giurassico costituiti da una sequenza ritmica di calcari marnosi arenacei, calcilutiti, calcareniti, quarzoareniti.

Questa unità ha subito più fasi metamorfiche e tettoniche, con vergenza prima europea e poi africana (Tortorici, 1982), pertanto presenta un altissimo grado di tettonizzazione e tende a fratturarsi anche per decompressione. Frequenti soprattutto strutture compressive duttili e fragili, con tutti i termini di transizione, che rappresentano fasi tettoniche antiche. Molto diffuse anche le strutture distensive che sono ancora attive. Meno frequenti, ma importanti perché attive, le strutture con componente di trascorrenza che impongono complessi regimi di transpressione e transtensione (Sorriso-Valvo & Tansi, 1996).

I depositi tardo-orogenici terziari in facies conglomeratica e di Flysch e i depositi miocenici detritici trasgressivi sulle Unità alpine affiorano estesamente sul versante ionico della Sila e includono in prevalenza terreni sedimentari coerenti con un grado di tettonizzazione molto variabile, che a luoghi può raggiungere valori elevati.

Molto diffusi i depositi plio-quadernari marini e continentali a composizione prevalentemente sabbiosa a bassa coesione o sciolti ed argilloso-limosa con subordinati livelli conglomeratici. Questi depositi costituiscono gran parte del colmamento delle fosse tettoniche longitudinali e trasversali dell'Arco Calabro e della catena appenninica. Presentano un grado di tettonizzazione limitato soprattutto a strutture distensive; tuttavia notevole la frequenza della fratturazione.

Al complesso dei sedimenti pelitici con livelli evaporitici appartengono i terreni sedimentari detritici ed evaporitici del Messiniano e del Pliocene inferiore. Sono presenti nel rossanese fino a Cirò e Belcastro. I livelli evaporitici raggiungono gli sviluppi maggiori nel bacino crotonese; presentano una carsificazione spinta con effetti rilevanti sulla stabilità dei pendii. Questi depositi hanno subito una tettonica compressiva evidente soprattutto lungo il versante ionico della regione.

Tra i depositi della copertura sedimentaria dell'Unità di Longobucco sono da includere il Flysch ed i sedimenti flyschiodi, a forte componente pelitica costituita da una sequenza inferiore conglomeratico-calcareo che evolve a flysch, e da una sequenza superiore prevalentemente marnosa, selcifera. Questa copertura è interessata da una tettonica compressiva che ha determinato intensi piegamenti e strutture di sovrascorrimento.

Le Argille Varicolori sono composte da livelli più o meno caotici di argille o argilliti, su vaste aree finemente scagliettate tettonicamente, inglobanti olistoliti di varie dimensioni e provenienza. Affiorano lungo il versante ionico della Calabria e sono estremamente deformate, fino allo stato di *mélange* tettonico.

3.2 Assetto geologico dell'area di studio

L'assetto geolitologico e strutturale a scala comunale è visualizzato nell'allegato tematico (Carta di inquadramento Geologico e strutturale in scala 1:10.000).

In sintesi nel territorio di Campana si rinvencono, procedendo dall'alto verso il basso stratigrafico, le seguenti unità geolitologiche:

- alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose, dei letti fluviali.
- alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente (olocene);
- conglomerati alluvionali terrazzati, poco consolidati (pleistocene);
- argille marnose con sottili intercalazioni arenacee gradate (miocene medio-sup.);
- arenarie tenere bruno-chiare, talora con intercalazioni di arenarie grigio bluastre a cemento calcareo e sviluppo di conglomerati al letto (miocene medio-sup.);
- arenarie conglomeratiche che rappresentano una variazione laterale di facies delle arenarie tenere bruno chiare (miocene medio-sup.);
- conglomerato da massiccio a ben stratificato, talora con intercalazioni di arenarie grossolane; localmente rossastro ed in parte di probabile origine continentale (miocene medio-sup.);
- alternanza di calcari marnosi ed arenacei; le intercalazioni marnose sono talora fossilifere, con ammoniti in genere mal conservate (lias inferiore);
- complesso di rocce intrusive acide a composizione variabile: quarzo diorite, quarzo monzonite, granodiorite, granito (paleozoico);
- scisti filladici, cloritici e sericitici, localmente carboniosi, con locali intercalazioni arenacee gradate (paleozoico);
- scisti e gneiss biotitici – quarzosi - muscovitici (paleozoico).

<i>Epoca</i>	<i>Roda (1967)</i>	<i>Colonna Stratigrafica</i>	<i>Cotecchia (1963)</i>	
<i>Pleistocene</i>	<i>Complesso terrigeno plio – pleistocenico</i>		<i>Depositi terrazzati</i>	
<i>Pliocene</i>	<i>Falda di Cariati</i>			
<i>Miocene</i>	<i>Messiniano</i>	<i>Complesso messiniano terrigeno di sedimentazione marina normale</i>	<i>Sabbie marnose di Garicchi e Molassa di Palopoli</i>	<i>Arenarie grigie – gialle con straterelli di argille gessifere o sabbie gialle e argille marnose azzurre</i>
			<i>3° Evento di Argille scagliose</i>	<i>3° Evento di Argille scagliose</i>
			<i>Marne sabbiose di Valle</i>	<i>Argille marnose e siltose con straterelli di arenarie grigie</i>
			<i>2° Evento di Argille scagliose</i>	<i>2° Evento di Argille scagliose</i>
			<i>Serie gessoso – solfifera messiniana, costituita da calcare di base, gessi con intercalazioni di piccoli strati del Tripoli</i>	<i>Gessi e arenarie gessifere, con intercalazioni di strati di marne fogliettate</i>
	<i>Tortoniano</i>	<i>Complesso terrigeno medio – miocenico</i>	<i>Formazione del Tripoli</i>	<i>Marne fogliettate di Scala Coeli</i>
			<i>1° Evento di Argille scagliose</i>	<i>1° Evento di Argille scagliose</i>
			<i>Sabbie giallastre</i>	<i>Arenarie grigio – gialle di Scala Coeli</i>
			<i>Formazione argillosa – marnosa</i>	<i>Argille marnose grigio - azzurre</i>
			<i>Formazione arenacea – conglomeratica</i>	<i>Arenarie a clipeastri e conglomerati basali</i>
<i>Eocene</i>	<i>Complesso sedimentario pre – miocenico</i>		<i>Sedimenti in facies di flysch</i>	
<i>Pre – eocene</i>	<i>Complesso cristallino</i>		<i>Formazioni Cristalline</i>	

Figura 6 Schema delle successioni stratigrafiche del bacino di Cirò (da Roda, 1967 e Cotecchia, 1963. modificato)

3.3 Assetto geomorfologico

L'evoluzione geomorfologica dell'area è stata condizionata da numerosi fattori, tra cui l'ampiezza dei sollevamenti, l'importanza delle dislocazioni tettoniche, le variazioni eustatiche del livello marino, la successione delle diverse fasi climatiche nonché, più recentemente, le attività antropiche. A tali fattori si deve l'attivazione nel tempo di processi morfodinamici che, condizionati a loro volta dall'assetto litostrutturale del substrato, hanno prodotto le diverse forme del rilievo.

I morfotipi ricorrenti nell'ambito dell'area in esame possono essere raggruppati nelle seguenti categorie principali:

a) i versanti fluvio-denudazionali;

b) i fondovalle attuali.

a) Versanti fluvio-denudazionali

I versanti che si affacciano sulle aste principali nei bacini idrografici dei torrenti Laurenzana e Nicà presentano caratteristiche alquanto diverse in relazione alle peculiarità litostrutturali di rocce e terreni affioranti.

Infatti, ai versanti lunghi e fortemente acclivi (spesso subverticali) modellati sulle arenarie, si contrappongono quelli modellati in corrispondenza delle argille neogeniche, dal profilo notevolmente più dolce.

Sotto l'aspetto morfodinamico i primi sono caratterizzati dalla ricorrenza di fenomeni gravitativi rapidi, anche di grandi dimensioni, del tipo crollo, scorrimento e rock avalanche (valanga di roccia) e più spesso, allorché vengono coinvolti materiali detritici (particolarmente abbondanti in corrispondenza dei versanti in roccia granitica sui quali si formano spesse coltri di sabbioni eluviali), debris avalanche (valanga di detrito), e debris flow (colata di detrito).

Questi ultimi fenomeni costituiscono la prima fase evolutiva della formazione d'impluvi torrentizi (Sorriso-Valvo, 1988) che s'impostano all'interno della nicchia di frana, rimobilizzando i materiali accumulati alla base del versante fino ad eliminarli talvolta completamente.

Frane di crollo/ribaltamento interessano diffusamente le alte scarpate in roccia. Sui tratti di versante modellati in argilla sono presenti movimenti gravitativi lenti e progressivi del tipo scorrimento, creep e colamento, riconoscibili tra l'altro dalle caratteristiche ondulazioni superficiali e dai disturbi indotti a strade e costruzioni.

c) Fondovalle attuale

I fondovalle attuali assumono dimensioni significative nel tratto terminale dei predetti corsi d'acqua principali.

4 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Per la caratterizzazione geotecnica delle formazioni affioranti Come prima fase è stato effettuata una approfondita ricerca dei dati geologici, geotecnici e geofisici che ha comportato un aggiornamento del quadro dei dati di base (Allegato), tramite le seguenti attività:

- ricerca presso l'Ufficio tecnico del comune di tutti i dati puntuali relativi ad indagini in situ allegate alle pratiche edilizie sia di interventi diretti che di piani attuativi;
- utilizzazione delle indagini geotecniche e geofisiche dirette ed indirette eseguite dagli scriventi per precedenti lavori sull'intero territorio comunale.

Le indagini pregresse sono suddivise in:

- indagini lineari (stendimenti sismici a rifrazione,)
- indagini puntuali (prove penetrometriche dinamiche leggere e sondaggi meccanici).

5 MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Utilizzando i dati ottenuti dalle indagini è possibile fornire un primo quadro generale delle principali proprietà meccaniche degli affioramenti accorpati per classi litotecniche, che può essere considerato un modello del sottosuolo dell'area.

Tipologia del deposito	Peso di volume γ (t/m ³)	Angolo di attrito Φ (°)	Coesione C o Cu Kg/cm ²
Depositi alluvionali recenti ed attuali	1,8	28	0
Litotipi coesivi	1,9	24	0,7
Litotipi granulari	1,8	28	0
Terreni litoidi	2,1	35	1

Un quadro dell'assetto litostratigrafico dell'area è visibile nelle sezioni allegate.

6 INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE

Le indagini geotecniche utilizzate, per quanto possano essere numerose non risultano omogeneamente distribuite sul territorio in modo tale da poter caratterizzare in modo compiuto ogni formazione geologica. Ciò è dovuto al fatto che gran parte delle aree soggette ad edificazione e quindi studiate sono localizzate su un numero esiguo di formazioni geologiche.

Per la caratterizzazione geomeccanica di alcune di esse infatti si è fatto ricorso a dati ottenuti dalla letteratura geologica.

Va comunque segnalato che per le finalità che si propone lo studio in oggetto l'attendibilità del modello geomeccanico nelle aree studiate (e quindi dove sono state eseguite le indagini) è elevata.

Per la caratterizzazione delle rimanenti aree la programmazione di future indagini potrà essere effettuata nel caso di realizzazione di studi di microzonazione di II° e III° livello.

7 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

La metodologia utilizzata per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica di primo livello può essere sintetizzata in una serie di step successivi di seguito riportati:

1. Raccolta di dati

Il primo step prevede la raccolta di dati relativi all'area di studio ovvero carte tematiche (geologiche, geomorfologiche, carte di base e derivate) che ha permesso di elaborare un primo database geologico-geomorfologico dell'area.

La raccolta di indagini pregresse eseguite dagli scriventi e di quelle reperite presso l'ufficio tecnico comunale, la loro ubicazione su CTR e la successiva catalogazione ha permesso di accorpate le formazioni geologiche sulla base delle loro caratteristiche meccaniche e sismiche e quindi affinare il database geologico realizzando il database geologico tecnico "Geotec".

2. Attività di fotointerpretazione

Le aree oggetto di studio sono state studiate attraverso una analisi fotointerpretativa utilizzando uno stereoscopio da tavolo e digitale. Le foto aeree utilizzate sono relative ad un volo aereo eseguito nell'anno 2008.

L'attività di fotointerpretazione ha permesso di riconoscere morfologie gravitative e le forme del rilievo rilevanti allo scopo (scarpate, pareti verticali in roccia, orli dei terrazzi di vario tipo ecc.). una volta cartografati questi elementi sono stati digitalizzati e catalogati creando i database relativi ai tematismi "Instab" e "elementi lineari"

Quest'ultimo database è stato realizzato catalogando anche gli elementi strutturali (faglie e lineazioni tettoniche). Per quanto riguarda le faglie capaci secondo quanto riportato dal sito dell'ISPRA all'indirizzo <http://sgi1.isprambiente.it/GeoMapView/index.html>. nel comune di

Campana è presente una faglia capace (codice 36000) contenuta nel catalogo ITHACA di cui di seguito si riportano le principali caratteristiche

GEOLOGIC SETTING	
SYNOPSIS	
FAULT NAME	Umbriatico
FAULT CODE	36000
MACROZONE	6
REGION NAME	Calabria
SYSTEM NAME	Campana - Pallagorio
RANK	SUBORDINATE
AVERAGE STRIKE	315
DIP	0
LENGTH (Km)	
GEOMETRY	
SEGMENTATION	
DEPTH (Km)	0
LOCATION RELIABILITY (MAPPING SCALE)	1:50000
LAST ACTIVITY	Early Pleistocene
ACTIVITY RELIABILITY	Low reliability
RECURRENCE INTERVAL (yr)	0
SLIP-RATE (mm/yr)	0
MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH	
MAX CREDIBLE SLIP (m)	0
KNOWN SEISMIC EVENTS	
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)	
MAX CREDIBLE INTENSITY (INQUA scale)	
STUDY QUALITY	LOW
NOTES	

Figura 7 Attributi geologici e fisici della faglia capace

8 ELABORATI CARTOGRAFICI

Gli elaborati cartografici prodotti per lo studio di microzonazione sismica di primo livello consistono in 3 carte denominate:

3. Carta delle indagini
4. Carta geologico tecnica
5. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Gli elaborati sono stati prodotti alla scala 1:5000. Di seguito si descrivono le modalità di realizzazione delle carte e verranno discussi i tematismi in esse contenuti.

8.1 Carta delle Indagini

La carta delle indagini si ottiene ubicando le indagini in precedenza catalogate attraverso il software MS, sulla Carta tecnica regionale in scala 1:5000 usata come base cartografica. Le indagini sono suddivise in lineari e puntuali. Il database relativo alle indagini contiene le seguenti informazioni:

- Ubicazione
- Tipologia di indagine
- Profondità di investigazione
- Data di esecuzione

8.2 Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica

La carta geologico tecnica è stata redatta utilizzando come dato di partenza il database della carta geologica della Calabria in scala 1:25.000 . Tale database implementato con i dati delle indagini geognostiche ha permesso di giungere all'elaborazione di una carta geologico tecnica, nella quale sono altresì rappresentate le lineazioni di faglia classificate in base al loro stato di attività, gli elementi lineari e ed i movimenti gravitativi. Nell'elaborato le formazioni geologiche che presentano analoghe caratteristiche di tipo geologico e geomeccanico sono state accorpate in classi geotecniche denominate secondo lo schema contenuto negli standard di rappresentazione e archiviazione informatica in terreni di copertura e substrato. In modo da giungere ad un modello di sottosuolo rappresentato di seguito nelle sezioni litotecniche .

Di seguito si visualizza per una maggiore comprensione una schematizzazione della carta geologico tecnica.

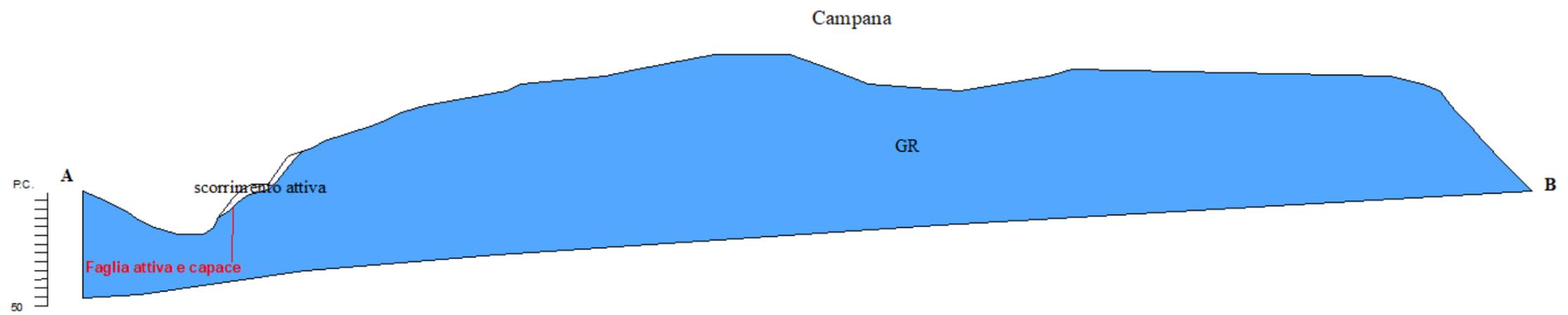
Sigla	Descrizione	Formazioni Appartenenti
GR	Granulare cementato	(Arenarie tenere bruno-chiare Con conglomerati)
LP	Lapideo	(Scisti filladici e calcare)
GWec	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie	(Alluvioni fissate di eluvi e colluvi)
AL	Alternanza di litotipi	(Argille marnose ed arenarie)

8.3 Considerazioni relative alle carte geologico tecniche elaborate

Per i terreni di copertura lo spessore minimo da considerare è tre metri, tuttavia nella zona relativa al centro abitato di Campana ove affiora la formazione delle arenarie è presente una coltre di alterazione superficiale il cui spessore varia da zona a zona ma si stima inferiore ai tre metri di spessore. Per tale motivo sulla carta geologico- tecnica tale copertura è stata omessa.

In allegato si riportano le sezioni litotecniche le cui tracce di sezione sono riportate nella carta geotecnica.

SEZIONE 1



Legenda

GR Arenaria tenera bruno chiara e conglomerati

SEZIONE 2



Legenda

-  Arenaria tenera bruno chiara e conglomerati
-  Alternanza di litotipi (argille ed arenaria)

8.4 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

La carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica è l'elaborato conclusivo dello studio di microzonazione sismica di primo livello.

Nella carta sono definite le zone che hanno un comportamento sismico omogeneo.

Per la definizione di tali aree si parte dalla carta geologico tecnica, attraverso l'ausilio delle indagini geognostiche e di una serie di sezioni stratigrafiche di controllo, si giunge alla realizzazione di una carta che molte volte poco si discosta come rappresentazione da quella geologico-tecnica.

Nella carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica si opera una distinzione tra le zone stabili, le zone stabili ma suscettibili di amplificazioni locali, e le zone instabili.

L'individuazione delle zone stabili è legata alla natura litoide del terreno già definito nella carta geologico tecnica come substrato.

Le zone stabili ma suscettibili di amplificazioni locali sono quelle che si trovano in particolari condizioni per esempio legate all'assetto litostratigrafico e morfologico (substrato+acclività inferiore a 15 °)

Nella carta delle microzone sono definite 4 aree stabili ma suscettibili di amplificazioni. Di seguito si discuterà in breve delle caratteristiche salienti delle diverse microzone individuate riferite a quelle stabili ma suscettibili di amplificazione.

8.4.1 Aree stabili ma suscettibili di amplificazione sismica

Zona 1: Questa zona è caratterizzata dagli scisti filladici unitamente ai calcari marnosi ed arenacei.

Zona 2. La zona 2 comprende le aree caratterizzate dalle formazioni delle arenarie

Zona 3 La zona 3 è caratterizzata dalla presenza di argille ed arenarie

Zona 4 La zona 4 è costituita dalle alluvioni fissate con spessore compreso tra 0 e tre metri sovrastanti il substrato lapideo.

Zona 5: La zona 5 è costituita dalle alluvioni fissate con spessore compreso tra 0 e tre metri sovrastanti il substrato arenaceo

Le zone definite instabili sono quelle interessate da fenomenologie gravitative attive o quiescenti.

Di seguito si riportano le stratigrafie delle zone individuate e cartografate nelle carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Zona	Descrizione
1	Questa zona è caratterizzata dagli scisti filladici unitamente ai calcari marnosi ed arenacei.
2	La zona 2 comprende le aree caratterizzate dalle formazioni delle arenarie
3	La zona 3 è caratterizzata dalla presenza di argille ed arenarie
4	La zona 4 è costituita dalle alluvioni fissate con spessore compreso tra 0 e tre metri sovratanti il substrato lapideo.
5	La zona 5 è costituita dalle alluvioni fissate con spessore compreso tra 0 e tre metri sovratanti il substrato arenaceo

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE

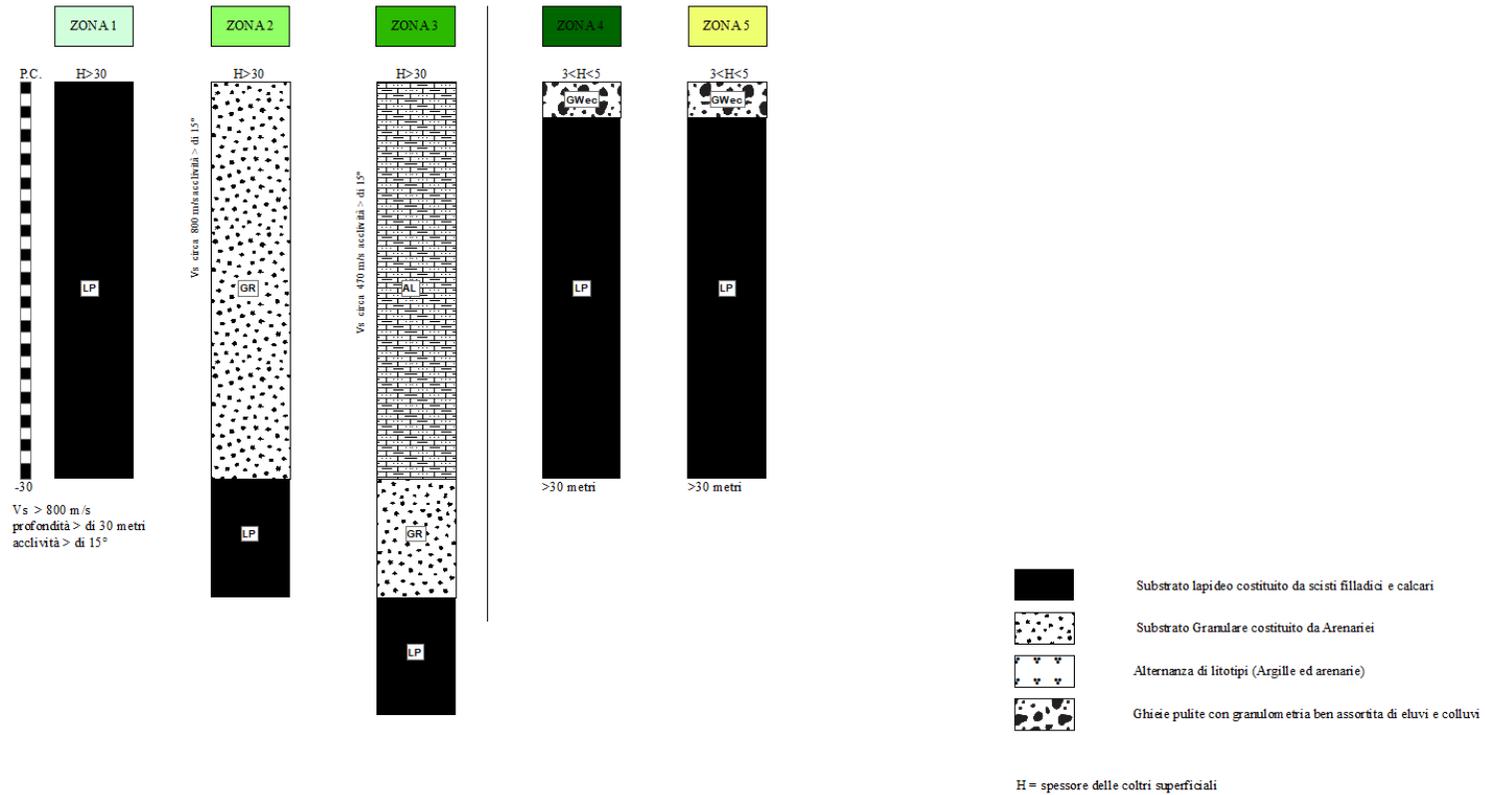


Figura 7 Colonne stratigrafiche delle microzone individuate nella carta delle (M.O.P.S.) storico.

9 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DI DANNI PER EVENTI PASSATI

Gli eventi che in passato hanno coinvolto il Comune di Campana si riferiscono ai sismi del 1832, 1836, 1905 e 1980.. Gli eventi segnalati non hanno prodotto danni rilevanti, tranne il terremoto del 1836 il quale ha causato gravi danni alla quasi totalità degli edifici. Si riportano di seguito i dati storici dei terremoti che hanno interessato il comune di Campana (dati presi dal Programma provinciale di previsione e prevenzione del rischio nella provincia di Cosenza).

COMUNE DI CAMPANA

N° Terremoti 4

<i>Anno</i>	<i>Mese</i>	<i>Giorno</i>	<i>Ora</i>	<i>Min</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Int</i>	<i>Epicentro</i>	<i>Me</i>	<i>RC</i>
1832	03	08	18	30	39.05	16.95	10.0	6.5	Crotonese	6.7	A
1836	04	25	00	20	39.57	16.73	9.0	8.0	Calabria Sett.	6.1	A
1905	09	08	01	43	38.67	16.05	10.0	6.0	Calabria	6.9	A
1980	11	23	18	34	40.85	15.28	10.0	4.0	Irpinia-Basilic.	6.7	S

Effetti del terremoto:

1832: Sono documentati gravi danni in una abitazione privata.

1836: Il terremoto causò gravi danni alla quasi totalità degli edifici, alcuni dei quali crollarono; non vi furono morti, ma solo qualche ferito.

1905: Il terremoto fu valutato da Rizzo di intensità pari al VI grado della scala Mercalli. Non si hanno altre informazioni.

1980: Una recente revisione scientifica attribuisce un valore d'intensità pari al IV grado MSK senza fornire descrizione degli effetti.

10 BIBLIOGRAFIA

- Amodio-Morelli, L., Bonardi, G., Colonna, V., Dietrich, D., Giunta, G., Perrone, V., Piccaretta, G., Russo, M., Scandone, P., Zanettin-Lorenzoni, E., Zupetta, A., 1976.
L'arco calabro peloritano nell'orogene appennino maghrebide.
Mem. Soc. Geol. Ital. 17, 1–60.
- Bonardi, G., Amore, O., Ciampo, G., de Capoa, P., Miconnet, P. and Perrone, V., 1992. Il complesso Liguride Auct.: stato delle conoscenze e problemi aperti sulla sua evoluzione pre-appenninica ed i suoi rapporti con l'arco calabro. Mem. Soc. Geol. Ital., 41(1988), 17–35.
- BONFIGLIO, (1964) - *La coltra alloctona di Cariati*, ATTI SOC. TOSC. SC. NAT., 71, pp. 200 – 256.
- Carte Geologiche Della Calabria (1958 – 1962), *Foglio 230, Quadrante Ii Nw Pietrapaola; Ii Ne Cariati*, Cassa Del Mezzogiorno, Poligrafica & Cartevalori, Ercolano, Napoli, 1968.
- CORTESE E. (1895)- *Descrizione geologica della Calabria*. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia, vol. IX, Roma
- Cello Giuseppe, Chiara Invernizzi, Stefano Mazzoli 1996 –Structural signature of tectonic processes in the Calabrian Arc, southern Italy: Evidence from the oceanic derived Diamante Terranova Unit Tectonics, vol. 15 n° 1, pages 187-200 febbraio 1996.
- COTECCHIA V.(1963) - *I terreni sedimentari dei dintorni di Cariati, Scala Coeli e Pietrapaola, al margine nord – orientale della Sila (Calabria)*, MEM. DEGLI ISTITUTI DI GEOLO. E MINER. DELL'UNIV. DI PADOVA, VOL. XXIV, pp. 3 – 39
- CRITELLI & LE PERA (1995) - *La Formazione di Castelvete nell'evoluzione petrostratigrafica dell'avanfossa del Tortoniano – Messiniano dell'Appennino meridionale*, BOLL. SOC. GEOL. IT. 114, pp. 615 – 634.
- FUCINI A. (1896) – *Studio geologico sul circondario di Rossano in Calabria*. Atti della Acc. Gioenia di Sc. Nat., A. LXXIII, S. IV, vol. IX, Catania.
- Ogniben, L., 1973. Schema geologico della Calabria in base ai Italy. Abstr. 6th Eur. Meeting Int. Assoc. Sedimentol. dati odierni. Geol. Romana 12, 243–585.
- Piano Stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico -2007.
- Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Calabria
- Piano territoriale di coordinamento della provincia di Cosenza
- Programma di Previsione e Prevenzione del Rischio nella Provincia di Cosenza - Univ. Della Calabria, Dipartimento Difesa del Suolo
- RODA C. (1964)- *Distribuzione e facies dei sedimenti Neogenici nel Bacino Crotonese*. Geol. Rom., 3, 319-366.
- RODA C. (1965 a) - *Geologia della tav. “ Belvedere di Spinello” (Prov. di Catanzaro)*, F. 237, I-SE. Boll. Soc. Geol. Ital., 84 (2), 159-285, 41 figg., 4 tabb., 2 tavv.

RODA C.(1967) - *I sedimenti neogenici ed alloctoni della zona di Cirò – Cariatì (Catanzaro e Cosenza)* , MEM. SOC. GEOL. IT. VOL. VI, p. 137 – 149.

SOGGETTO REALIZZATORE:

Ing. Francesco Mangone

Geologo Tonino Caracciolo

Geologo Marcello Campana

Geologo Iozzi Cataldo
