



Sindaco

avv. Giovanni Maria Cuofano



Il Piano Urbanistico Comunale di Nocera Superiore

Relazione geologica

Gruppo di progettazione

ing. Daniele Laudonio

*Responsabile del Servizio Urbanistica
Responsabile del Procedimento*

arch. Floriana Gigantino

*Responsabile del Servizio Patrimonio
Valutazione Ambientale Strategica*

ing. Luciano Ragazzi

Responsabile del Servizio Sistemi Informativi

geol. Giuseppe D'Amore
Studio geologico



S.T.O.A.
STUDIO TECNICO OLIVIERO ANTONIO
PROFESSIONISTI ASSOCIATI E AFFILIATI

urb. Daniele Rallo

urb. Raffaele Gerometta

arch. Antonio Oliviero
Coordinamento scientifico

arch. Giosuè Gerardo Saturno

Urbanista ed esperto GIS

B.1.1

Giugno 2016

1. INDICE

1.	INDICE	2
2.	PREMESSA E METODO DI STUDIO	6
3.	DESCRIZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE	9
3.1	Geologia generale	10
3.2	Caratteristiche morfologiche ed idrologiche	15
3.3	Caratteristiche idrogeologiche	18
3.4	Stratigrafia del sottosuolo e geotecniche del sottosuolo	18
3.5	Stabilità dei versanti	21
4.	RISCHIO SISMICO E MACROZONAZIONE SISMICA.....	22
4.1	Premessa	22
4.2	Rischio sismico	23
4.3	Pericolosità sismica - Sismicità dell'area mediterranea	24

4.4 Macrozonazione sismica in Italia	27
4.5 Catalogo dei terremoti	34
4.6 Zonazione sismogenetica	34
4.7 Zonazione Sismogenetica dell'Appennino Meridionale	37
4.8 Pericolosità e classificazione sismica in Campania	39
5. MICROZONAZIONE E RISPOSTA SISMICA LOCALE	42
5.1 Microzonazione Sismica	42
5.2 Distribuzione delle caratteristiche stratigrafiche e del parametro	
Vs30	44
5.3 Inquadramento generale aree sismogenetiche	46
5.4 Sismicità dell'area e risentimento sismico	48
5.5 Classificazione sismica di Nocera Superiore	49
5.6 Pericolosità sismica	52

5.7 Analisi della risposta sismica locale	55
5.8 Distribuzione statistica dei valori Vs30 e PGA.....	57
5.8.1 Mappa distribuzione velocità equivalente Vs30.....	58
5.8.2 Mappa distribuzione delle accelerazioni massime PGA.....	60
5.8.3 Mappa microzone omogenee in prospettiva sismica.....	62
6. CARTOGRAFIA TEMATICA DI SUPPORTO.....	63
6.1 Carta Geolitologica	63
6.2 Carta delle Coperture e degli Isospessori	64
6.3 Carta Geomorfologica	65
6.4 Carta Clivometrica	65
6.5 Carta Idrogeologica	66
6.6 Carta delle isofeatriche	66
6.7 Carta della stabilità	67

6.8	Carta della stabilità distribuita.....	67
7.	ASPETTI CONCLUSIVI	70
8.	ELABORATI GRAFICI.....	73
9.	BIBLIOGRAFIA	74

2. PREMESSA E METODO DI STUDIO

Il Comune di Nocera Superiore è impegnato nella redazione del Piano Urbanistico Comunale, strumento urbanistico generale che ne disciplina la tutela ambientale, le trasformazioni urbanistiche ed edilizie dell'intero territorio comunale, ai sensi della Legge Regionale n° 16 del 22 dicembre 2004.

Tale normativa prevede, **all'art. 23, comma i**, *“la piena compatibilità delle previsioni in esso contenute rispetto all'assetto geologico e geomorfologico del territorio comunale, così come risultante da apposite indagini di settore, preliminari alla redazione del piano“*, soprattutto in funzione della *“salvaguardia della sicurezza degli insediamenti umani dai fattori di rischio idrogeologico, sismico e vulcanico”* **(art. 2 comma b).**

Con **Delibera di Giunta Comunale n. 277 del 24 marzo 2014**, l'Amministrazione Comunale di Nocera Superiore ha affidato allo scrivente l'incarico per la redazione degli elaborati necessari per *“l'Adeguamento delle carte geologiche del comune di Nocera Superiore alla intervenuta normativa sismica e sul rischio idrogeologico, finalizzato alla redazione del PUC e del RUEC di Nocera Superiore”*.

In prima istanza, sono stati effettuati vari incontri con il dirigente dell'Ufficio Tecnico Comunale, il quale ha fornito al sottoscritto tutta la documentazione tecnica esistente (foto aeree e aerofotogrammetria aggiornata al 2003 dell'intero comprensorio comunale, cartografia tematica relativa allo studio geologico allegato al P.R.G. comunale vigente).

In un secondo momento è stata valutata la possibilità di realizzare indagini geognostiche e sismiche al fine di caratterizzare sismicamente l'intero territorio comunale, in funzione della normativa vigente (OPCM 3274/2003 e s.m.i).

A tal proposito è doveroso ricordare che il Comune di Nocera Superiore, a seguito della Delibera di Giunta Regionale della Campania n° 5447 del 7/11/2002 è stato riclassificato in seconda categoria sismica, con grado di sismicità $S = 9$, mentre in precedenza, in base al D.M. 07/03/1981 rientrava in terza categoria, con grado di sismicità $S = 6$.

Le indagini sono state eseguite dalla ditta **Marygeo s.a.s.** con sede in via Fontana di Campoli Monte taburno Benevento, su incarico della stessa Amministrazione Comunale, nel periodo compreso tra il 21/05/08 al 12/06/08.

In particolare sono stati realizzati n. 5 sondaggi geognostici spinti fino alla profondità di circa 30m dal p.c., e successivamente condizionati per la realizzazione di prove sismiche del tipo down – hole in foro.

I dati stratigrafici, geologico – tecnici e sismici sono stati opportunamente interpretati e rappresentati anche tramite opportuna cartografia tematica.

Al termine del suddetto iter, è stata redatta la presente relazione tecnica descrittiva delle attività svolte e la cartografia tematica in scala 1:5000 di tutto il territorio comunale:

- A) Carta Geolitologica** (realizzata per la redazione del P.R.G. nel 1998 prodotta in formato cartaceo in scala 1:5000);
- B) Carta delle Coperture e degli Isospessori dei depositi sciolti** (piroclastici e/o alluvionali) poggianti sul tufo grigio;
- C) Carta Geomorfologica;**
- D) Carta idrogeologica** (realizzata per la redazione del P.R.G. nel 1998 prodotta in formato cartaceo in scala 1:5000);
- E) Carta delle isofreatiche** (realizzata per la redazione del P.R.G. nel 1998 prodotta in formato cartaceo in scala 1:5000)
- F) Carta Clivometrica;**
- G) Carta della stabilità;**
- H) Carta di Microzonazione sismica.**

Sono state considerate sia le indagini geognostiche del P.R.G. comprendente:

- N°22 sondaggi a geognostici a carotaggio continuo;
- N°10 prove di laboratorio condotte su campioni indisturbati prelevati nei diversi foro di sondaggi geognostici;
- N°10 sismiche a rifrazione;
- N°4 sismiche in foro del tipo down-hole.

Che indagini eseguite all'interno del territorio comunale per opere private comprendente:

- N°09 prove penetrometriche dinamiche del tipo pesante-DPSH;
- N°03 sondaggi a geognostici a carotaggio continuo;
- N°05 prove di laboratorio condotte su campioni indisturbati prelevati sia nei fori di sondaggi geognostici che nelle prove dinamiche,DPSH;
- N°09 M.A.S.H. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh).

In sintesi, la presente relazione tecnica descrittiva e gli elaborati allegati permettono di ottemperare alle seguenti normative:

- Normativa sismica regionale (L.R. 9/83);
- Normativa sismica nazionale (OPCM 3274 e s.m.i.);
- Norme tecniche per le costruzioni (G.U. n° 222 del 23 settembre 2005);
- Normativa difesa del suolo regionale (Norme Attuazione Autorità di Bacino della Campania Centrale);
- Normativa urbanistica regionale (L.R. 16/04);
- D.M. 14.1.2008 : "Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche";
- Delibera Giunta Regionale n°118 del 27/05/2013 che dispone che lo studio deve essere condotto almeno al livello1 (Carta delle MOPS- Microzone omogenee in Prospettiva sismica), preliminare ai successivi livelli 2 o 3, quanto definito negli indirizzi e criteri per la Micro zonazione Sismica approvati dal dipartimento della Protezione Civile e dalla conferenza Unificata delle Regioni e delle provincie autonome.

3. DESCRIZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

L'area interessata dal presente studio, comprende l'intero territorio del Comune di Nocera Superiore con una superficie totale di circa 15 Km², confinante a Sud con il Comune di Tramonti, a Nord-Ovest con il Comune di Nocera Inferiore, a Nord con il Comune di Castel S. Giorgio, a Nord-Est con il Comune di Roccapiemonte e a Sud-Est con il Comune Cava dei Tirreni.

La morfologia si presenta alquanto eterogenea ed articolata, infatti la parte meridionale del Comune è caratterizzata dai rilievi carbonatici dei Monti Lattari (con il punto massima quota posto a 1.126 metri sul livello medio del mare), la parte centrale, sub-pianeggiante (dalla quota di 44,00 metri a quota 80,00 metri s.l.m.), rappresenta circa il 50% del territorio comunale ed, in gran parte, costituisce il centro urbano. A Nord e ad Est il territorio comunale è bordato rispettivamente dai complessi carbonatici del "Castello della Rocca" (quota massima posta a 245,00 metri s.l.m.) e di "Monte Citola" (quota massima posta a 493,00 metri s.l.m.).



Fig. 1 - Inquadramento geografico dell'area (I.G.M. foglio n° 466 sez. I e n° 467 sez. IV)

3.1 Geologia generale

Il territorio comunale di Nocera Superiore ricade nel foglio geologico 185 “Salerno” della “Carta Geologica d’Italia” in scala 1:100.000.

La storia geologica del territorio nocerino è legata all’evoluzione della Piana del Sarno, ed in particolare della valle del Cavaiola, ubicata a sud ovest della Piana tra i versanti carbonatici dei Lattari e dei monti di Salerno.

La stessa Piana del Sarno è compresa tra il Somma – Vesuvio a N, i monti di Sarno a NE, i monti Lattari a S ed il mar Tirreno ad W, e costituisce la porzione meridionale della ben più ampia Piana Campana, da cui è separata proprio dal vulcano vesuviano.

La Piana Campana è uno dei più estesi bacini quaternari dell’Italia meridionale; essa è delimitata da rilievi carbonatici Mesozoici che furono smembrati e ribassati dalla tettonica plio-pleistocenica.

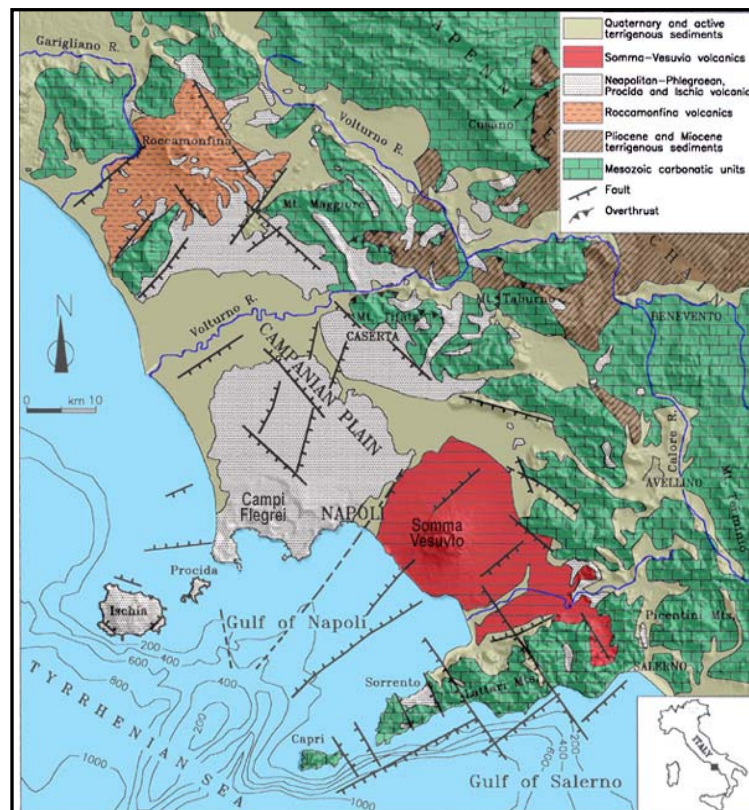


Fig. 2 - Schema strutturale della Piana Campana e delle strutture bordiere

Il graben risultante continuò a sprofondare nel Quaternario con un rigetto variabile dai 3 ai 5 km. Le linee tettoniche lungo le quali è avvenuto tale sprofondamento sono evidenziate lungo i margini della Piana da ripidi versanti di faglie, apparentemente

dirette, orientate prevalentemente con direzioni Appenniniche (NW – SE) ed Antiappenniniche (SO – NE).

Lungo queste strutture recenti si è impostato il vulcanismo potassico della provincia Romana e Campana (Roccamonfina, Campi Flegrei, Ischia e Somma – Vesuvio).

Nel settore orientale della Piana Campana, e più precisamente quello comprendente il Somma – Vesuvio e la Piana del Sarno, indagini geofisiche hanno permesso di ricostruire a grandi linee l'andamento del top del substrato carbonatico al di sotto della potente copertura vulcanica e sedimentaria.

Il substrato risulta smembrato in vari blocchi da faglie con andamento Appenninico ed Antiappenninico che lo ribassano verso il centro della piana del Sarno fino alla profondità di 2000 m. Tale ribassamento continua verso ovest al di sotto del Somma – Vesuvio dove, in corrispondenza del bordo occidentale del vulcano, la presenza di faglie, orientate SO e NE, determina un gradino strutturale tra la piana del Sarno e quella napoletano – voltornina.

Durante gli ultimi 50 kyr, nella piana Campana, si è sviluppata un'intensa attività vulcanica che ha portato alla formazione del distretto vulcanico dei Campi Flegrei, Ischia, Procida e del Somma – Vesuvio.

La dorsale Penisola Sorrentina - Monti Lattari costituisce un alto strutturale allungato trasversalmente alla Catena appenninica, delimitato dalle profonde depressioni della Piana Campana a nord e del Fiume Sele a sud, ed è diviso dai Monti Picentini dalla Valle dei Fiumi Bonea e Cavaiola. L'ossatura della dorsale è costituita da una successione calcareo - dolomitica mesozoica, appartenente all'unità Alburno - Cervati, unità derivante dalla deformazione della piattaforma carbonatica campano-lucana durante la tettonogenesi miocenica.

Questa successione, potente più di mille metri, risulta generalmente basculata verso N - NW individuando, in grande, una struttura monoclinale. Della successione tipica di quest'unità affiorano calcari dolomitici triassici e giurassici sul versante salernitano, e calcari cretaci, localmente ricoperti di flysch trasgressivi miocenici, sul versante napoletano.

I terreni più recenti sono rappresentati da depositi continentali detritici e piroclastici. I primi sono riferibili a breccie di versante a ghiaie e conglomerati di

conoide, i secondi a vulcanoclastiti, spesso rimaneggiate ed umificate, collegate a prodotti da caduta degli apparati vulcanici dei Campi Flegrei e del Vesuvio.

Tali piroclastiti rivestono ampie porzioni dei versanti calcarei ed affiorano maggiormente sul versante napoletano che in generale, nonostante le elevate pendenze, si presenta comunque meno acclive del versante salernitano - amalfitano.

L'attuale assetto morfostrutturale dei Lattari è stato raggiunto durante il Pleistocene medio per l'azione di diverse fasi tettoniche da collegarsi in parte a movimenti compressivi mio - pliocenici (sovrascorrimenti e faglie trascorrenti), in parte ad una tettonica distensiva plio - quaternaria caratterizzata da faglie con rigetti prevalentemente verticali. In particolare queste ultime hanno disarticolato i Monti Lattari, individuando alcuni alti strutturali come il M. Faito ed il M. Pendolo, ed alcune depressioni costiere ed intramontane, come il graben di Sorrento e la Piana di Agerola.

I suddetti rilievi carbonatici rappresentano alti strutturali mentre la valle del Cavaiola rappresenta un basso strutturale dovuta a movimenti tettonici a prevalente componente verticale che, durante il Quaternario, a partire dalla fine del Pliocene, hanno determinato le attuali caratteristiche morfologiche della catena appenninica.

Le fasi che hanno preceduto tali movimenti verticali hanno avuto prevalente componente traslazionale e sono avvenuti durante il Miocene superiore.

Durante queste fasi diversi domini paleogeografici si sono accavallati originando una struttura a coltri di ricoprimento.

La struttura così individuata è stata poi dissecata, durante il Quaternario, da numerose faglie dirette a predominanti direzioni appenninica ed antiappenninica, in alti strutturali (horst) e bassi strutturali (graben), questi ultimi colmati, in seguito, da sedimenti alluvionali, detritici e fluvio-lacustri di età pliocenica e quaternaria.

Le formazioni geologiche che compongono i rilievi montuosi costituiscono una successione caratterizzata da sedimentazione carbonatica di ambiente neritico. La successione va dal Trias al Langhiano ed ha uno spessore di oltre 4000 metri; essa è composta alla base da filladi e marne, che passano verso l'alto a dolomie e poi ancora a calcari dolomitici del Giurassico e a calcari del Cretacico.

Sui terreni cretacei poggiano, in trasgressione, arenarie con intercalazioni di marne e calcari marnosi del Langhiano.

La piccola conca intermontana di Nocera, così individuata e sede del torrente Cavaiola, risulta praticamente circondata su tutti i lati da una serie di rilievi carbonatici dalle caratteristiche forme appuntite e percorsa da un reticolo idrografico completamente condizionato e modificato dall'intervento antropico.

Alquanto diverso infatti doveva essere l'assetto della rete idrografica prima della realizzazione dell'alveo di Cava, dell'alveo di Nocera e dell'alveo San Mauro, avvenuta in epoca Borbonica.

La messa in opera di tali sistemi di protezione del territorio fu dettata dalle particolari condizioni morfologiche dell'area soggetta a continue esondazioni e salti d'alveo da parte delle principali corrivazioni.

Dalla bibliografia geologica risulta che i terreni costituenti il sottosuolo del territorio comunale sono quelli della piana alluvionale, la cosiddetta piana dell'Agro Noverino – Sarnese e del complesso carbonatico dei “Monti Lattari”, così riportati sulla Carta Geologica d'Italia (Foglio 185 – Salerno):

- **a** = Alluvioni subattuali e recenti: sabbie, ghiaie, coperture eluviali, argille palustri, lapilli rimaneggiati;
- **ti** = Tufi incoerenti, suoli, materiale detritico e piroclastico rimaneggiato, frequentemente copertura di ridetto spessore del “Tufo campano”;
- **tl** = Formazione detta del “Tufo grigio litoide campano”, in gran parte ignimbratica, a scorie nere, a luoghi giallastro, con fessurazione colonnare, colmante superfici e depressioni paleomorfologiche;
- **dt2** = detrito di falda o debolmente cementato, frammisto a materiale piroclastico dilavato;
- **L** = Calcari pseudoolitici avana e grigi;
- **L1-T5** = Dolomie e calcari dolomitici da grigi a bianchi, generalmente cristallini, in strati e banchi sterili nella parte superiore;
- **T5** = Dolomie grigie ben stratificate, talora straterellate e zonate, con alternanze di livelli argillosi grigi e verdastrì e scisti bituminosi, con, nella parte alta, livelli lentiformi ligniferi ed iittiolitici.

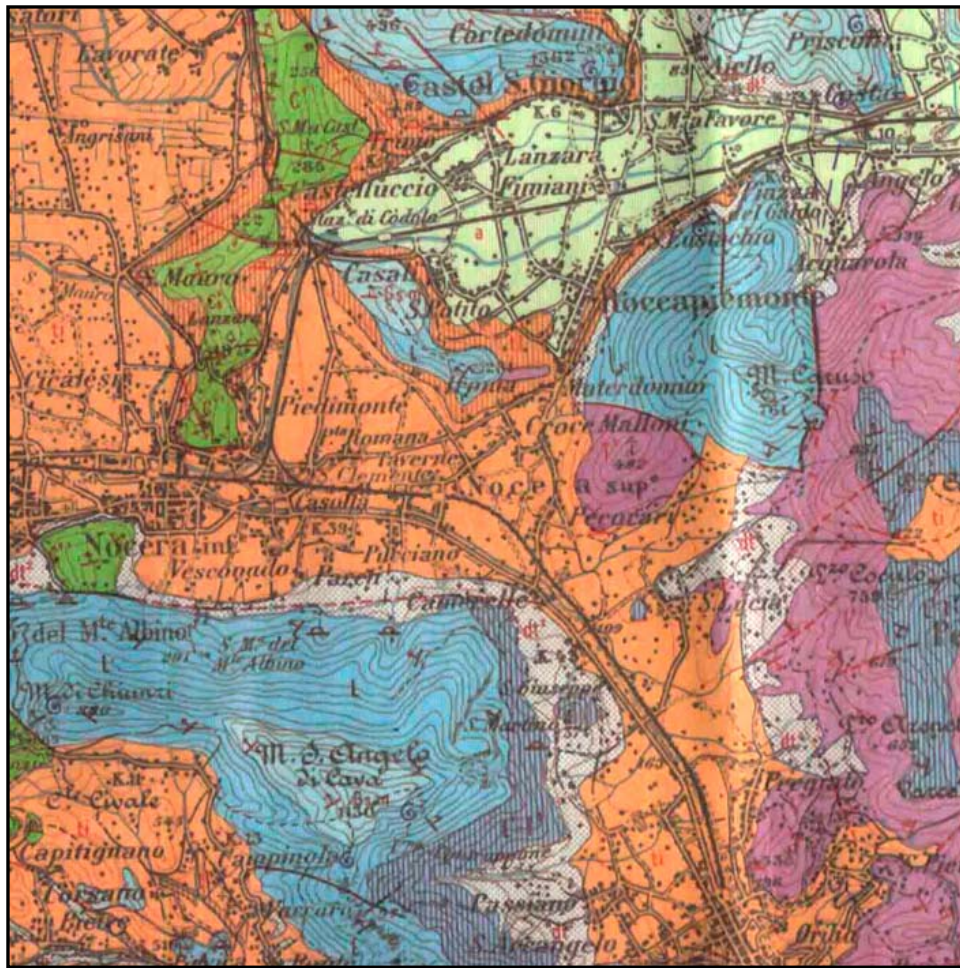


Fig. 3 – Stralcio Foglio n. 185 «Salerno», della Carta Geologica d'Italia

3.2 Caratteristiche morfologiche ed idrologiche

Il territorio comunale di Nocera Superiore è caratterizzato da una morfologia alquanto accidentata, con la presenza di un'area subpianeggiante nella porzione centrale del territorio comunale, bordata dalle catene montuose già descritte precedentemente. Le due macroaree sono separate da una fascia subcollinare caratterizzata dalla presenza di una serie di conoidi alluvionali posti allo sbocco sulla piana delle principali corrivazioni che drenano i versanti calcarei del Monte Citola e dei Monti Lattari.

In particolare i bacini che drenano il territorio comunale di Nocera Superiore sono rappresentati da Monte S. Angelo, con il punto di massima quota posto a 1.130,00 metri s.l.m., dal Monte Citola, (punto di massima quota a 494,00 metri s.l.m.) e da parte del bacino di Monte Castello, con il punto di maggiore quota Pizzo Acuto (257,00 metri s.l.m.):

- **Bacino di Monte S. Angelo:** Il bacino risulta essere parte integrante del rilievo carbonatico dei Monti Lattari. La massima quota corrispondente a 1.130,00 metri s.l.m. e rappresenta il confine comunale e lo spartiacque superficiale principale, con sviluppo secondo la direttrice Ovest - Sud/Sud-Est. Da tale spartiacque ne partono, ortogonalmente, altri secondari, anch'essi superficiali, con direzione generalmente verso Nord/Nord-Est, che degradano verso la sottostante linea autostradale A3 Napoli-Pompei-Salerno. Con la medesima direzione degli spartiacque secondari è impostato un reticolo idrografico superficiale.
- **Bacino di Monte Citola:** Questo bacino, ubicato nella parte orientale del territorio comunale, è parte integrante di Monte Caruso. Lo spartiacque principale superficiale di Monte Citola corre in direzione Sud-Ovest / Nord-Est e costituisce elemento di netta separazione tra i due versanti opposti. In direzione prevalente Sud-Est, dallo spartiacque principale, ne partono alcuni secondari, anch'essi superficiali, sviluppando un reticolo idrografico con la medesima direzione. Dallo spartiacque superficiale principale, ne partono, inoltre, altri secondari in direzione Nord-Ovest e, raramente, Nord-Est, organizzando un reticolo idrografico superficiale nelle medesime direzioni.

- **Bacino di Monte Castello:** Il bacino, localizzato nella parte settentrionale del territorio comunale, è rappresentato da un sistema collinare carbonatico, che nella maggior parte ricade nel Comune di Roccapiemonte. Lo spartiacque principale, su di esso impostato, corre secondo la direttrice Sud-Est / Nord-Ovest. Da quest'ultimo ne partono, in numero limitato, altri secondari superficiali, in direzione Sud-Ovest ed a causa della quasi assenza di copertura piroclastica, non è visibile alcun reticolo idrografico superficiale.

Le acque drenate dai suddetti bacini vengono incanalate, nella zona pianeggiante del territorio comunale, dai torrenti antropici “Cavaiola” e “Casarzano”.

- **Torrente Cavaiola:** Il Torrente Cavaiola nasce nel territorio comunale di Cava dei Tirreni e riceve prevalentemente le acque di ruscellamento superficiale dei Monti Lattari e del Monte Citola. Esso attraversa il territorio comunale di Nocera Superiore nella parte centrale, secondo la direttrice Sud-Est Nord-Ovest, presentando un profilo regolare ad andamento lineare. La base dell'alveo del torrente è posta mediamente alla quota di – 4,00 metri dal piano della sede viaria di Via Nazionale (Strada Statale 18) che lo costeggia. Per l'intero tratto che interessa il Comune di Nocera Superiore, la Cavaiola è a cielo aperto, eccetto casi sporadici e limitati di coperture costituite da attraversamenti pedonali e carrabili: si ricorda, in particolare, il ponte in Località Camerelle, gli attraversamenti compresi tra quest'ultimo e quello di S. Clemente, il ponte di S. Maria Maggiore, S. Pietro, fino a quello di Via Firenze, oltre quelli di minore importanza compresi tra gli ultimi due citati. Lungo il corso del torrente, attualmente oggetto di lavori di manutenzione, tesi alla pulizia e consolidamento dell'alveo, sono presenti, in maniera diffusa, salti di quota (artificialmente costituiti) quali elementi dissipanti delle forze fisiche generate dal corso d'acqua. Gli argini, prevalentemente costituiti da muratura del tipo misto, di tufo e pietrame carbonatico, appaiono in uno stato di conservazione sufficiente, risultando esenti di segni di dissesto o di pericolo in genere.

- **Torrente Casarzano:** Nella parte settentrionale del territorio comunale di Nocera Superiore, il torrente "Solofrana" si dirama nei Torrenti "Dei Corvi" (ricadente nel territorio di Nocera Inferiore) e "Casarzano" (ricadente nel territorio di Nocera Superiore). Il torrente Casarzano delimita, pertanto, il territorio Comunale a Nord-Ovest e funge da linea di confine netta con il Comune di Nocera Inferiore. A differenza del Torrente Cavaiola, il Casarzano presenta la base dell'alveo ad una quota media di - 2,00 metri dal piano di campagna e gli argini versano in uno stato di precaria stabilità. Infatti, si sono verificati, anche di recente, nel territorio di Nocera Inferiore, fenomeni di inondazione, dovuti, esclusivamente, al cedimento strutturale degli argini, nonché alla scarsissimo stato di conservazione dell'alveo, il quale evidenzia, tra l'altro, una inesistente opera di manutenzione.

3.3 Caratteristiche idrogeologiche

Dal punto di vista idrogeologico la zona costituisce la parte occidentale dell'unità dei Monti di Salerno. L'alimentazione delle falde sottostanti è di tipo profondo. Non si rinvencono accumuli sotterranei episupefici; infatti, una delle prime falde è da localizzare ad una profondità non inferiore ai 40 - 50 metri.

La falda più superficiale, come si è visto anche ispezioni ad alcuni pozzi, si rinviene intorno alla profondità di 20 metri ed è localizzata nei termini piroclastici – alluvionali e sostenuta dal banco di tufo grigio o “Ignimbrite Campana”. Una falda più profonda e copiosa è localizzata nei calcari di base oltre la profondità di 100 metri. Intorno ai – 70 metri c'è la possibilità di rinvenimento di falde di diverso spessore situate nei termini cartonatici fratturati.

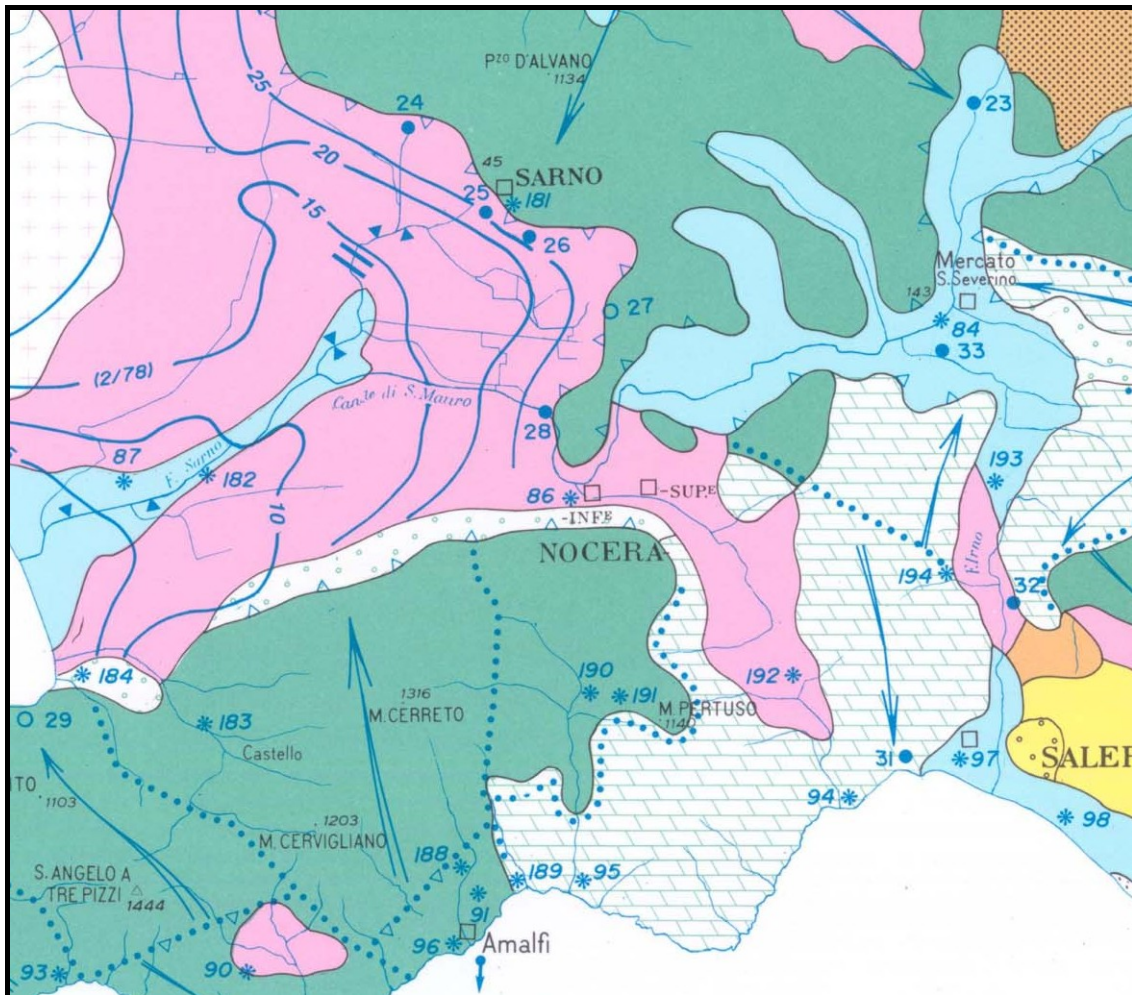


Fig. 4 – Stralcio Carta Idrogeologica della Campania

3.4 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del sottosuolo

Il territorio in oggetto è caratterizzato dalla prevalente presenza di coperture di natura piroclastica e/o alluvionale, poggianti su termini litoidi carbonatici (nella parte meridionale, ad Est e a Nord-Est), mentre nella restante parte, definita in precedenza come sub-pianeggiante, oltre che nelle zone pedemontane, le coperture, piroclastiche e/o alluvionali, poggiano direttamente sul banco di tufo grigio. Dalla bibliografia risulta che tale banco presenta uno spessore di qualche decina di metri e poggia su termini carbonatici.

Come già in precedenza accennato, il sottosuolo del territorio comunale non presenta falde acquifere superficiali. In particolare, la falda più superficiale (a quota - 17,00 metri) si rinviene in zona pianeggiante (vedi ad esempio in corrispondenza della Sede Comunale), mentre nelle zone montane, collinari e di transizione, la falda si rinviene a quota non inferiore agli 80,00 metri dal piano campagna.

Dal punto di vista geotecnico, in funzione delle prove di laboratorio e delle prove eseguite nei foro di sondaggi, Standard Penetration Test, SPT, il comprensorio comunale è stato suddiviso in sei aree litologiche affioranti in superficie come si evince dalla carta geolitologica, ovvero:

- **Sedimenti detritici e piroclastici rimaneggiati**, si rinvengono nell'area delimitata a Sud della SS 18 e a Nord – Est dalle pendici di M. Citola e Pizzo Acuto; **N SPT = 10-25 (N = numero di colpi della prova SPT)** ;
- **Sedimenti sabbioso-limosi**, si estendono dalla linea “Ferrovia NA-PZ” fino a via S. Maria delle Grazie. Costituito la coltre di terreni di spessore variante intorno a due metri e ricoprono alternanze di limi, sabbie, pomici sabbia con ghiaia; **N SPT < 5**;
- **Sedimenti piroclastici e suoli ricoprenti conoidi di deiezione o calcari**, corrispondono alle aree terrazzate che da via Lamia, Pareti, Pucciano si spingono fino alle pendici del monte S. Angelo; **N SPT 10-30**;
- **Sedimenti di sabbia alluvionale con ciottoli alternati a terreni piroclastici**, si rinvengono a Est di via Indipendenza e via della Libertà e a Nord di Iroma, S. Onofrio e S. Maria delle Grazie. Lo spessore è molto vario in senso areale e in senso verticale; **N SPT 4-10**;

- **Sedimenti ghiaiosi-sabbiosi più o meno cementati alternati con pozzolane e a luoghi paleosuoli**, costituiscono gli affioramenti nelle scarpate e nelle ripe dei valloni di Citola, Tondi Petrarò. La spessore supera i 35 metri raggiungendo nella zona di Petrarò lo spessore di circa 100 metri; **N SPT 30-40**;
- **Roccia calcareo-dolomitica stratificata e fratturata**, costituisce il monte Citola e Monte la Rocca. Sono rocce di deposito marino stratificate; spesso si rinvencono grossi depositi di calcare compatto, antiche scogliere coralline. Si riscontrano faglie con grosso rigetto a carattere regionale e moltissime fratture che indicano intense vicissitudini tettoniche subite dal territorio;
- **Roccia calcareo-dolomitica intensamente fratturata talvolta carsificata**, costituisce il monte S. Angelo facente parte della catena antiappenninica dorsale estesa nella direzione WSW-ENE . Sono rocce di deposito marino intensamente fratturate e talvolta stratificate; Si riscontrano faglie con grosso rigetto a carattere regionale;

Dal numero di colpi della prova SPT utilizzando opportune correlazioni è possibile risalire ai parametri geotecnici come lo stato di addensamento (densità relativa) del litotipi investigati.

3.5 Stabilità dei versanti

Visto che il comprensorio del comune di Nocera Superiore (SA) rientra nell'ambito di competenza dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale con individuazione di aree a rischio frana lungo le pendici dei versanti si è ritenuto opportuno realizzare delle carte di stabilità per verificare idoneità della cartografia del Piano stralcio della Campania Centrale.

Una prima carta denominata carta della stabilità, è stata ottenuta principalmente dalla sovrapposizione degli elementi tecnici desumibili dalla Carta Clivometrica, dalla Carta delle Coperture e degli isospessori e dalla carta geolitologica. Successivamente per maggiore completezza è stata realizzata una carta della stabilità distribuita ottenuta con il modulo Shalstab. Le risultanze ottenute sono pienamente concordanti con quanto già riportato nella relativa cartografia del nuovo piano stralcio per l'assetto idrogeologico, adottato dall'autorità di Bacino della Campania Centrale e pubblicato sul *BURC n° 49 del 01.08.2011*.

4. RISCHIO SISMICO E MACROZONAZIONE SISMICA

4.1 Premessa

La penisola italiana è una delle zone sismicamente più attive del Mediterraneo. Essa è stata inoltre, sede di alcune tra le più antiche civiltà, e ciò ha permesso la registrazione di notizie attendibili anche di eventi sismici molto antichi, ma solo a partire dal XIX secolo gli studiosi di sismologia hanno cominciato a estrarre da queste cronache le informazioni riguardanti i terremoti nel tentativo di “scrivere” una storia sismica italiana.

Dalla raccolta e classificazione sistematica di eventi sismici sono nati i primi cataloghi dei terremoti. La nuova versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI (Gdl, CPTI, 1999), detta CTPI2, aggiornata al 2002, è stata realizzata utilizzando tutti gli studi macrosismici e strumentali resi disponibili dal 1999 in poi.

Numerosi studi hanno sottolineato che la pericolosità sismica non dipende solo dal tipo di terremoto, dalla distanza tra l’epicentro e la località interessata, ma, soprattutto, dalle caratteristiche geologiche dell’area di interesse. Infatti, la geometria della struttura del sottosuolo, le variazioni dei tipi di terreni e delle sue proprietà con la profondità, le discontinuità laterali, e la superficie topografica sono all’origine delle larghe amplificazioni delle vibrazioni del terreno e sono stati correlati alla distribuzione del danno durante i terremoti distruttivi (*Aki, 1993; Bard, 1994; Faccioli, 1991, 1996; Chavez-Garcia et alii, 1996*).

Questi fattori sono particolarmente importanti per la corretta valutazione dell’azione sismica nell’ambito della difesa dai terremoti, per tale motivo, ai fini della riduzione del rischio sismico, è importante riconoscere le aree in cui le oscillazioni del suolo sono più ampie e definire le frequenze con le quali esse tendono ad oscillare.

L’azione esercitata localmente dagli strati più superficiali, che operano sia da filtro che d’amplificatore, costituisce quello che va sotto il nome d’Effetto di Sito. Riconoscere in dettaglio le aree caratterizzate in media da uguale Risposta di Sito, dovuta alle caratteristiche geologiche o alla topografia, è diventata una richiesta fondamentale negli studi geologici e geofisici relativi alle costruzioni.

Anche la nuova normativa sismica del territorio italiano (OPCM, n° 3274 2003), sottolinea l’importanza della conoscenza delle condizioni geologiche del sito per adeguare le tecniche di costruzione.

Prima di affrontare la tematica riguardante la Risposta Sismica Locale e le metodologie per la sua corretta valutazione, è necessario approfondire gli aspetti che sono alla base di tale problematica: il significato di rischio sismico e la zonazione sismica in Italia.

4.2 Rischio sismico

Il Rischio Sismico si definisce come l'insieme dei possibili danni che un terremoto può provocare, in un determinato intervallo di tempo e in una determinata area, in relazione alla sua probabilità di accadimento ed al relativo grado di intensità (severità del terremoto) in relazione alle principali caratteristiche della comunità esposta.

L'intensità o severità di un terremoto può essere valutata in due modi:

- misurando l'energia sprigionata dal sisma, su tale calcolo si basa la scala Richter;
- valutando le conseguenze sull'uomo, sulle costruzioni e sull'ambiente, suddividendo tali effetti in livelli in base alla scala realizzata dal sismologo Mercalli.

La determinazione del rischio è legata a tre fattori principali:

$$\text{RISCHIO} = \text{PERICOLOSITÀ} * \text{ESPOSIZIONE} * \text{VULNERABILITÀ}$$

La pericolosità esprime la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, un'area sia interessata da terremoti che possono produrre danni. Dipende dal tipo di terremoto, dalla distanza tra l'epicentro e la località interessata nonché dalle condizioni geomorfologiche. La pericolosità è indipendente e prescinde da ciò che l'uomo ha costruito.

L'esposizione è una misura dell'importanza dell'oggetto esposto al rischio, in relazione alle principali caratteristiche dell'ambiente costruito. Consiste nell'individuazione, sia come numero che come valore, degli elementi componenti il territorio o la città, il cui stato, comportamento e sviluppo può venire alterato dall'evento sismico (il sistema insediativo, la popolazione, le attività economiche, i monumenti, i servizi sociali).

La vulnerabilità consiste nella valutazione della possibilità che persone, edifici o attività, subiscano danni o modificazioni al verificarsi dell'evento sismico. Misura da una parte la perdita o la riduzione di efficienza, dall'altra la capacità residua a svolgere

ed assicurare le funzioni che il sistema territoriale nel suo complesso esprime in condizioni normali. Ad esempio nel caso degli edifici la vulnerabilità dipende dai materiali, dalle caratteristiche costruttive e dallo stato di manutenzione ed esprime la loro resistenza al sisma.

In Italia, negli ultimi duemila anni si sono verificati migliaia di terremoti e, tra questi, oltre 150 hanno raggiunto o superato il IX grado della scala MCS, e, come evidenziava il Prof. Barberi nel 1991, la penisola italiana negli ultimi tre secoli era stata scossa da circa 20 terremoti di magnitudo (M) pari o superiore a 6, con una media nell'Appennino di un terremoto distruttivo ogni 15 anni.

In Italia il rischio sismico non è legato solo alla sismicità del territorio, ma anche ad altri fattori, quali l'elevata densità di popolazione, che fa sì che ogni evento interessi un numero elevato di persone, ed il fatto che parte del patrimonio edilizio non è stato realizzato con criteri antisismici.

Per tale motivo riveste una notevole importanza minimizzare i danni prodotti da un terremoto, sia mediante un razionale utilizzo del territorio e l'elaborazione di norme costruttive che rendano gli edifici in grado di resistere alle scosse più intense che potranno colpirli, sia effettuando un'analisi probabilistica di previsione dei terremoti, che si basi o sulla conoscenza accurata della genesi dell'evento sismico (epicentro, tempo origine, e magnitudo del terremoto) o su un'analisi statistica della sismicità storica di un'area.

4.3 Pericolosità sismica - Sismicità dell'area mediterranea

La regione mediterranea è una regione geologicamente molto attiva, che sta subendo una deformazione piuttosto rapida ed è caratterizzata da una sismicità diffusa che non è ristretta solo lungo i bordi delle zolle (Vannucci et alii, 2004).

L'evoluzione geodinamica del Mediterraneo centrale costituisce da diversi decenni l'oggetto di un intenso dibattito scientifico. In questo settore della crosta terrestre il processo di raccorciamento, provocato nell'ambito del sistema Europa, Africa, e Adria dall'apertura del Bacino Oceanico Tirrenico, è responsabile della formazione di strutture geologiche di natura ed evoluzione assai differente. Accanto alle catene montuose, naturale prodotto dei processi di collisione, il Mediterraneo centrale ha visto la nascita e la progressiva evoluzione di bacini marini di limitate dimensioni,

caratterizzati, come il Tirreno, dalla formazione di nuova crosta, simile a quella presente nel fondo dei grandi oceani.

Nei primi anni settanta la struttura del Mediterraneo è stata interpretata come un mosaico di frammenti di litosfera (microplacche), i cui processi di rotazione e di traslazione erano la causa dell'apertura di nuovi bacini oceanici e del corrugamento delle catene montuose (Figura 5).

La formazione del Bacino Ligure-Provenzale e del Bacino Tirrenico furono interpretate come il risultato della progressiva rotazione antioraria e traslazione di due microzolle indipendenti: il blocco sardo-corso e la penisola italiana.

Questi modelli evolutivi trovarono il loro fondamento teorico nei concetti generali della tettonica a zolle, la cui possibilità di applicazione al Mediterraneo centrale era confermata dalla presenza di alcuni elementi classici, quali il piano di subduzione sotto l'arco calabro e il vulcanismo calcoalcalino delle isole Eolie (Funicello et alii, 1997).



Figura 5. Schema della catena appenninica

La formazione della catena appenninica, che costituisce l'ossatura della penisola italiana, è legata ai complicati processi che caratterizzano il Mediterraneo e che sono responsabili della migrazione del sistema di catena-avampaese verso l'avanfossa di Padano-Adriatico-Ionica, e dell'apertura sincrona del bacino Tirrenico di retroarco.

La catena Appenninica è formata da una serie di unità strutturali, convergenza di accavallamento verso l'adriatico, che derivano dalla deformazione delle unità appartenenti al Bacino sardo-corso ed ai bacini di accrezione associati alla sua migrazione verso sud-est, all'insieme dei terreni bacinali e di piattaforma carbonatica del margine di Adria ed a rimanenze obdote del Bacino della Tetide.

Le complesse fasi deformative responsabili della catena appenninica possono essere ricondotte ad una convergenza di placche che, a partire dal Cretaceo inferiore-medio fino al Pleistocene inferiore (~130 milioni di anni fa fino ~1,8 milioni di anni fa), ha portato alla collisione continentale ed al conseguente sottoscorrimento di litosfera di Adria sotto il margine Europeo. La rotazione in senso antiorario del blocco sardo-corso, avvenuta al passaggio Oligocene-Miocene(~24 milioni di anni fa), in seguito all'apertura del Bacino Liguro-Provenzale, favorisce il sottoscorrimento della Tetide e del cratone africano sotto il blocco sardo e accentua la compressione del sistema orogenico appenninico. Nel Burdigaliano si registra un'accentuazione dell'impilamento delle falde ed il trasporto orogenico dell'edificio tettonico verso l'avampaese adriatico.

Questo movimento genera dei fenomeni di metamorfismo a carattere regionale. Nel Tortoniano, infine, si ha un'altra importante fase di trasporto orogenico, che viene considerata come l'ultimo evento compressivo. Infatti, nel Tortoniano superiore si ha un cambiamento nell'evoluzione tettonica appenninica con l'inizio dei processi di rift lungo il margine occidentale appenninico e nell'area settentrionale ed occidentale tirrenica (*Critelli, 1991*).

Il risultato di un così complicato quadro tettonico è una struttura geologica estremamente complessa, che fa sì che le zone sismicamente attive nel nostro paese costituiscono gran parte del territorio nazionale.

In particolare, l'Appennino Meridionale è interessato, fin da epoche storiche, da un'intensa e frequente tettonica attiva collegata ad un regime estensionale legato alla divergenza di Adria, che è subentrato ad un regime compressivo inattivo (*Meletti et alii, 2000*).

Gli eventi sismici che interessano l'Appennino Meridionale presentano una profondità ipocentrale generalmente compresa tra i 10 e i 12 Km. Essi sono localizzati prevalentemente lungo una ristretta fascia che coincide con l'area più elevate della catena, e sono caratterizzati da meccanismi focali prevalentemente di tipo estensionale (*Vannucci et alii, 2004*).

4.4 Macrozonazione sismica in Italia

Per Zonazione Sismica di un territorio si intende l'insieme di criteri geologici, geofisici ed ingegneristici atti ad individuare e a delimitare aree a risposta omogenea rispetto al rischio sismico.

I criteri e le metodologie d'intervento dipendono dall'estensione delle aree che si prendono in considerazione. Si parlerà quindi di **Macrozonazione Sismica** o **Zonazione di Primo Grado** (*Int. Geot.Ass, TC4, 1999*) se la scala è a livello regionale; di Microzonazione Sismica o **Zonazione di Secondo Grado** (*Int. Geot.Ass, TC4, 1999*), se la scala d'indagine è comunale, e di Risposta Sismica di Sito o **Zonazione di Terzo Grado** (*Int. Geot.Ass, TC4, 1999*) se la risposta va cercata per aree ristrette dove è prevista la realizzazione di un manufatto (*Rapolla, 1992; 2005*).

Nell'effettuare la Macrozonazione Sismica esistono diversi parametri da valutare. Primo fra tutti il periodo di ritorno di interesse di un terremoto. In particolare, poiché il tempo di durata di un edificio è di cento anni, si considera che tale costruzione dovrà essere in grado di sopportare, senza riportare danni, il terremoto con periodo di ritorno di cento anni, e un terremoto di intensità maggiore che abbia periodo di ritorno più lungo, subendo dei danni che non comportino il rischio di vite umane.

Altri parametri da valutare sono l'effetto legato a un evento sismico in un'area posta ad una certa distanza dall'area sismogenetica e l'accelerazione massima "a" del suolo durante il terremoto. Entrambi i parametri vengono calcolati mediante l'ausilio di relazioni empiriche.

Per quanto riguarda l'accelerazione massima "a" del suolo durante il terremoto, due sono le relazioni più conosciute, che ne permettono il calcolo conoscendo l'intensità dell'evento sismico:

la relazione di Richter :

$$\log a = (I/3) - 0.5$$

e la relazione di Cancani-Sieberg:

$$\log a = (I/3) - 1$$

Entrambe le relazioni sono valide per terremoti crostali, ma si differenziano in quanto la relazione di Richter fa riferimento a tipologie costruttive moderne, mentre quella di Cancani-Sieberg a tipologie costruttive più antiche.

La valutazione della distanza dall'area sismogenetica, **R**, o l'accelerazione massima "a" del suolo durante il terremoto, possono essere calcolati anche a partire dalla magnitudo **M** di un terremoto, secondo la relazione di Grandori (1980):

$$am = (1230 e^{0.8M}) / (R + 25)^2$$

L'esigenza di elaborare una classificazione sismica del territorio nazionale in Italia nacque all'indomani del terremoto di Reggio Calabria e Messina de 1908.

Nel corso degli anni successivi vennero, così, istituiti, con decreto, degli elenchi di comuni nei quali l'attività costruttiva doveva essere regolata da norme precise, ovviamente più severe e rigide rispetto al resto del Paese.

In pratica, un comune veniva dichiarato sismico solo se, nella sua storia più o meno recente, si era già verificato un terremoto nel suo territorio. L'esigenza di arrivare a una revisione profonda di questa classificazione cominciò a maturare già negli anni immediatamente successivi al secondo conflitto mondiale, ma fu soltanto negli anni settanta che tutto questo trovò occasione di tramutarsi in atti concreti, in particolare con l'entrata in vigore della Legge n°64 del 2/2/74 che sancisce la normativa sismica che sarà in vigore in Italia fino al 2003.

Tale legge prevedeva la suddivisione del territorio in aree sismiche di I, II e III categoria (Tabella 1), assegnando per ogni categoria un «grado di sismicità» pari rispettivamente a 12, 9 e 6.

Il grado di sismicità era legato al «coefficiente d'intensità sismica» **c** dalla relazione:

$$c = (S - 2) / 100$$

Il coefficiente **c** ha le dimensioni di un'accelerazione in termini di frazioni dell'accelerazione di gravità **g**, e rappresentava la massima accelerazione alla quale si vuole che gli edifici rispondano in maniera elastica.

Area Sismica	Coefficiente d'intensità sismica
I	0,10
II	0,07
III	0,04

Tabella 1: Aree sismiche e accelerazioni previste dalla Legge n°64 del 2/2/74

Come base di questa classificazione vi era essenzialmente una analisi delle statistiche sui terremoti avvenuti a partire dall'anno Mille, non essendo ancora disponibili conoscenze approfondite e territorialmente generalizzate di carattere geologico-strutturale e quindi sismogenetico.

Nel 1998 viene redatta, da un apposito Gruppo di lavoro, una nuova proposta di riclassificazione del territorio nazionale che utilizzava i risultati degli studi di pericolosità sismica sviluppati in Italia negli ultimi anni dal Servizio Sismico Nazionale e dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti.

Nel 2003 con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 relativa a “ Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” (G.U. n. 105 del 8.5.2003), viene adottata la nuova classificazione sismica del territorio nazionale che recepisce i risultati raggiunti dal Gruppo di lavoro.

In base alla nuova normativa, la pericolosità viene espressa come l'accelerazione orizzontale al suolo (a_g) che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni, e che rappresenta l'accelerazione a cui gli edifici devono resistere senza collassare.

Tutto il territorio nazionale viene ripartito in quattro zone (Allegato 1 dell'OPCM, n° 3274 2003), nelle quali applicare, in modo differenziato, le norme tecniche per la progettazione, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.

Nella Tabella 2 sono riportati il valore di picco orizzontale del suolo (a_g) espresso in percentuale di g ed i valori dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico nelle norme tecniche sulle costruzioni. Tali valori sono riferiti alle accelerazioni attese in seguito ad un evento sismico in siti su roccia o suolo molto rigido (con $V_s > 800$ m/s).

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (norme tecniche) a_g/g
1	Maggiore di 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	Minore di 0,05	0,05

Tabella 2 Categorie di rischio e accelerazioni previste dalla normativa sismica vigente

Le valutazioni di a_g sono state effettuate mediante:

- l'identificazione delle aree sismogenetiche, in base a dati geologici, geofisici, e ai cataloghi sismologici, sia storici che strumentali;
- la determinazione del periodo di ritorno di terremoti di diversa intensità per ogni zona sismogenetica;
- la valutazione di a_g per ogni area di 0.05° di lato del territorio nazionale, utilizzando leggi medie di attenuazione dell'energia sismica con la distanza.

In base alla nuova normativa (All. 1, 2b dell'OPCM, n° 3274 2003) è stata prodotta una nuova mappa della classificazione sismica del territorio nazionale, in termini di accelerazione massima (a_{max}) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni riferiti a siti su roccia o suolo molto rigido (Categoria A, con $V_s > 800$ m/s) (Figura 6), affidando alle Regioni l'individuazione, la formazione ed l'aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche sulla base dei criteri generali dell'Allegato 1. (Figura 7).

Dall'analisi della mappa della classificazione sismica del territorio nazionale si evince che tutto il territorio nazionale è considerato sismico, in particolare il 9,2% della superficie nazionale ha un livello di sismicità alta e il 31,9% ha un livello di sismicità minima. La regione maggiormente esposta è la Calabria che presenta il 100% della superficie classificata a livello alto e medio; seguono poi l'Abruzzo, la Campania e la Sicilia.

Invece le regioni con gran parte della superficie a sismicità minima sono la Sardegna e la Valle d'Aosta.

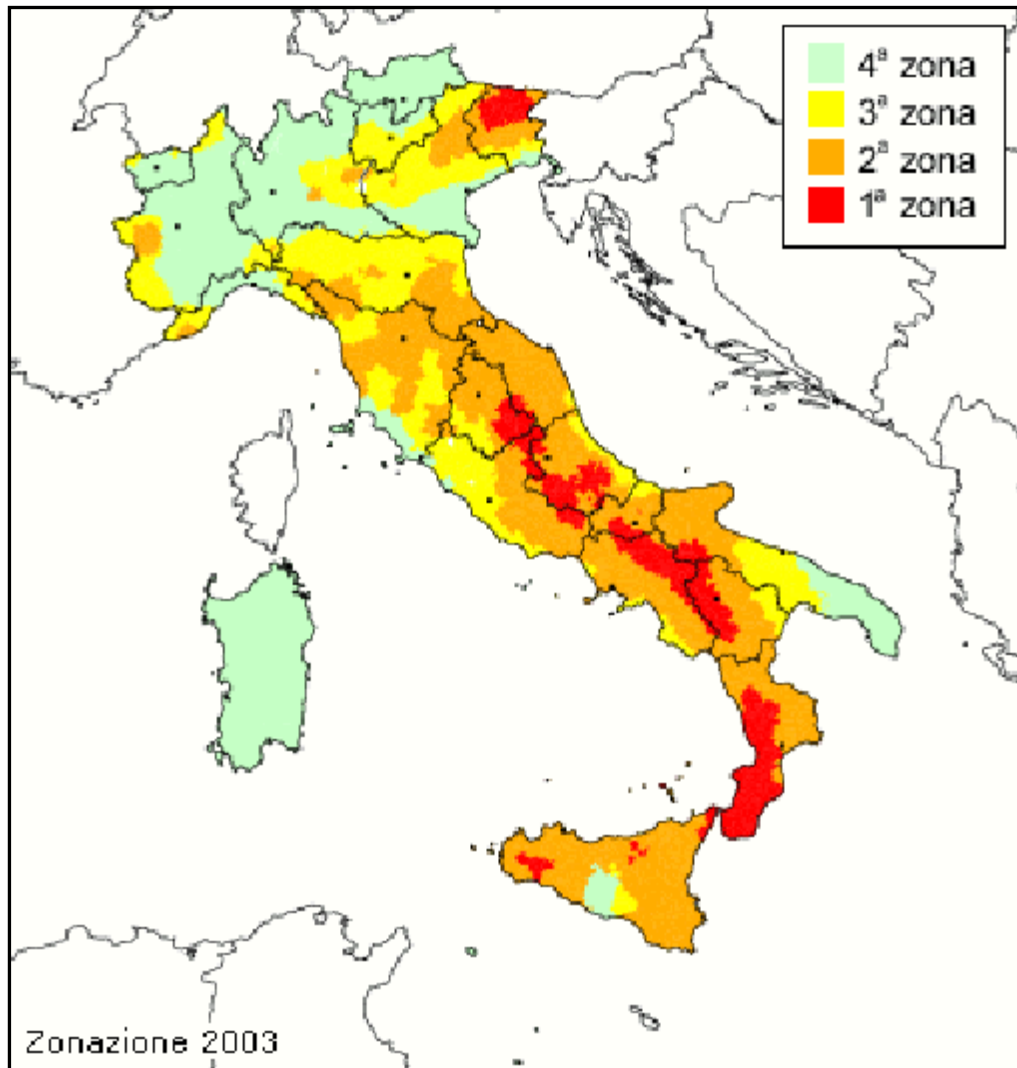


Figura 6: Classificazione sismica del territorio nazionale dopo l'ordinanza 2003

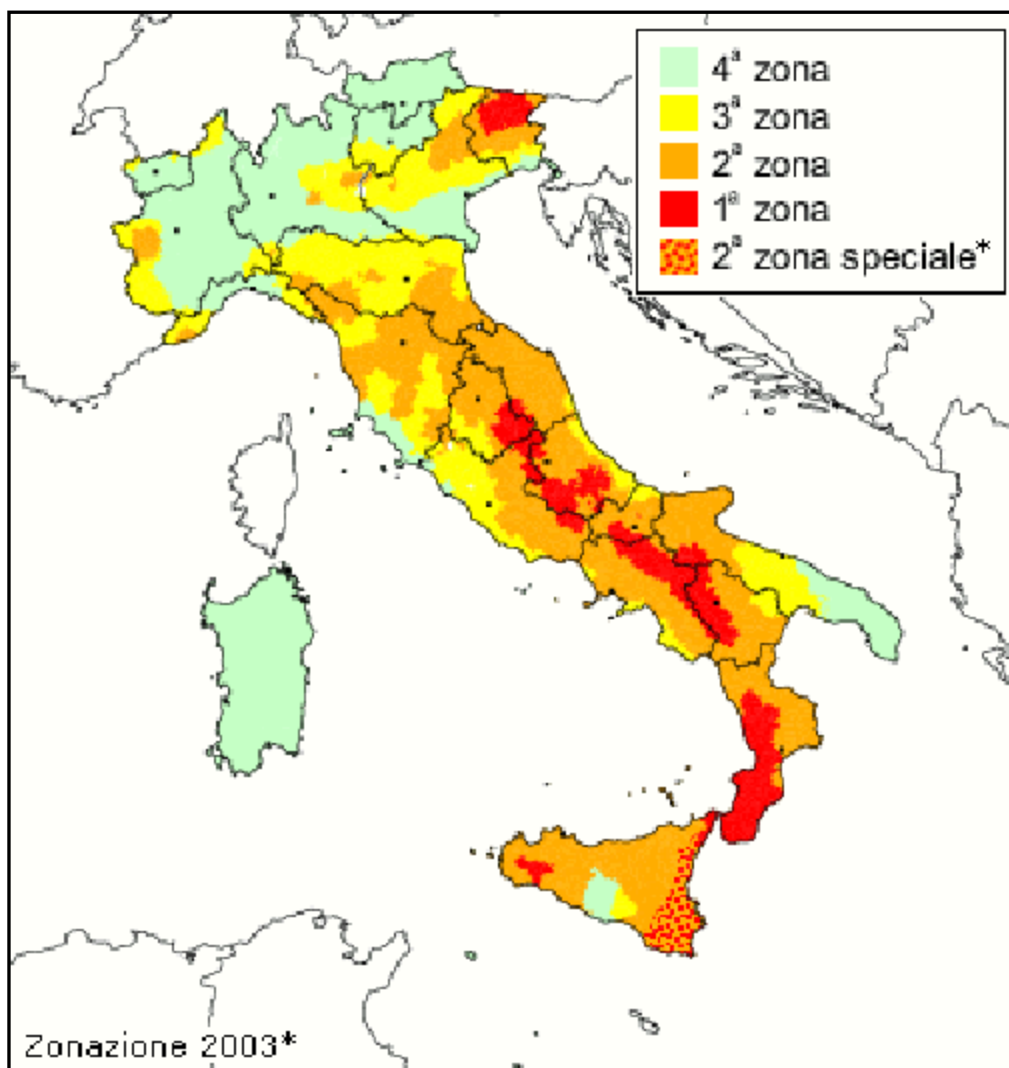


Figura 7: Classificazione del territorio nazionale dopo le modifiche delle regioni (fino a Marzo 2004)

In seguito all'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, è stata realizzata anche una mappa di pericolosità sismica (Figura 8), che rappresenta un riferimento per l'individuazione delle zone sismiche.

Per la realizzazione di questa mappa sono stati utilizzati ed elaborati un gran numero di dati, ed in particolare:

- è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9;
- è stata prodotta una versione aggiornata del catalogo CPTI (Gdl CPTI, 1999) detta CPTI2;
- sono state verificate, alla luce dei dati dei terremoti più recenti, le relazioni di attenuazione di a_{max} definite a scala nazionale ed europea.

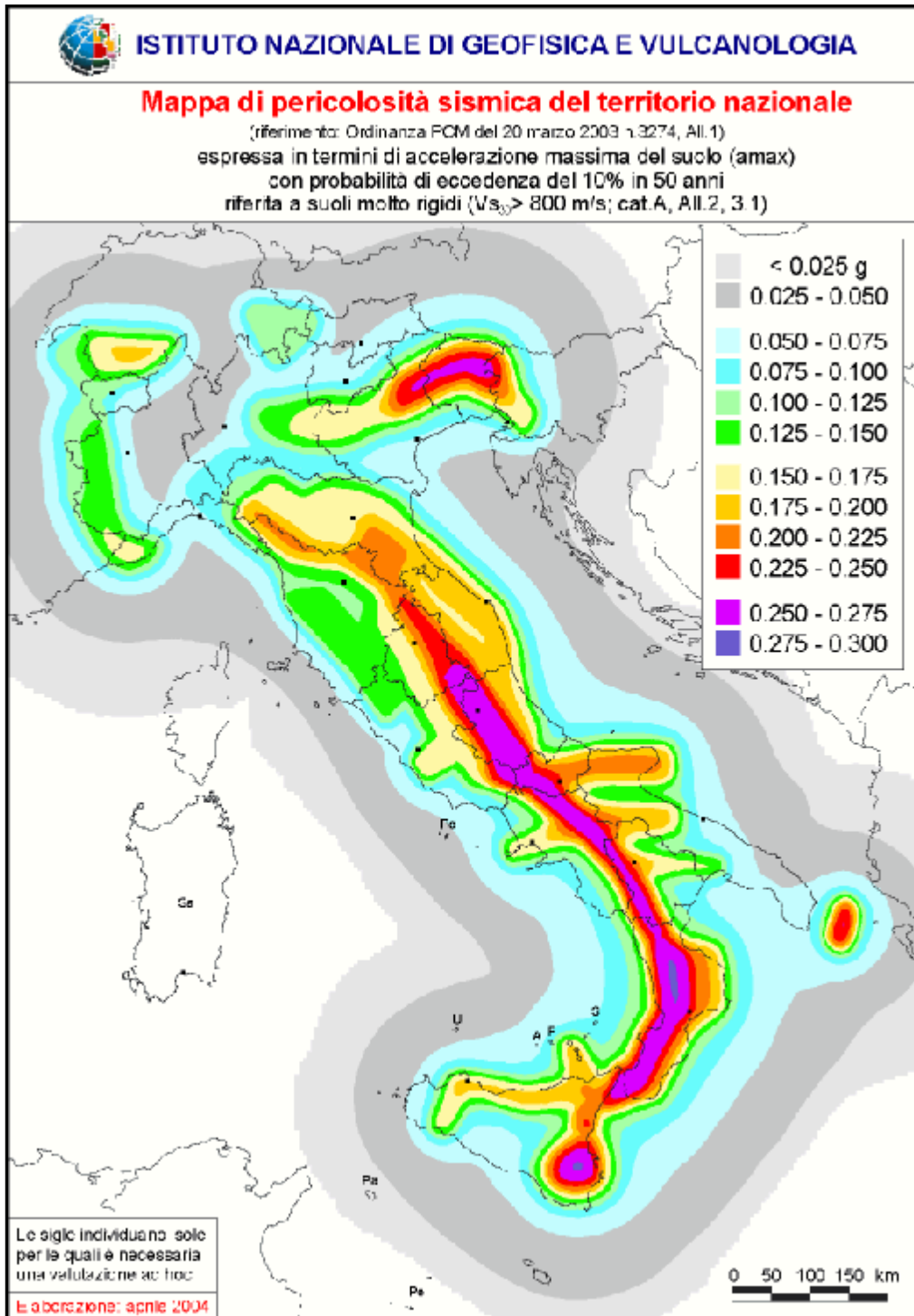


Figura 8: Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

4.5 Catalogo dei terremoti

Il catalogo dei terremoti fornisce la distribuzione spazio-temporale degli eventi sismici. La nuova versione del *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI* (*Gdl, CPTI, 1999*), detta CTPI2, aggiornata al 2002, è stata realizzata utilizzando tutti gli studi macrosismici e strumentali resi disponibili dal 1999 in poi.

Essa è caratterizzata dalla revisione dei parametri dei terremoti della zona etnea, dalla determinazione dei valori di M_w e M_L per tutti gli eventi, ma soprattutto dalla ricompilazione della finestra 1981-1992 e dalla compilazione ex-novo della finestra 1993-2002

4.6 Zonazione sismogenetica

Fino al 2002, il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità sismica nell'area italiana è stata la zonazione sismogenetica ZS4 (Scandone e Stucchi, 2000) (Figura 9). Tale zonazione era stata realizzata nel 1996, ma gli sviluppi più recenti in materia di sismogenesi 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 sismogenetica, denominata ZS9 (Figura 10).

La zonazione sismogenetica ZS9 è il risultato delle modifiche, degli accorpamenti e delle elisioni delle numerose zone di ZS4 e dell'introduzione di nuove zone.

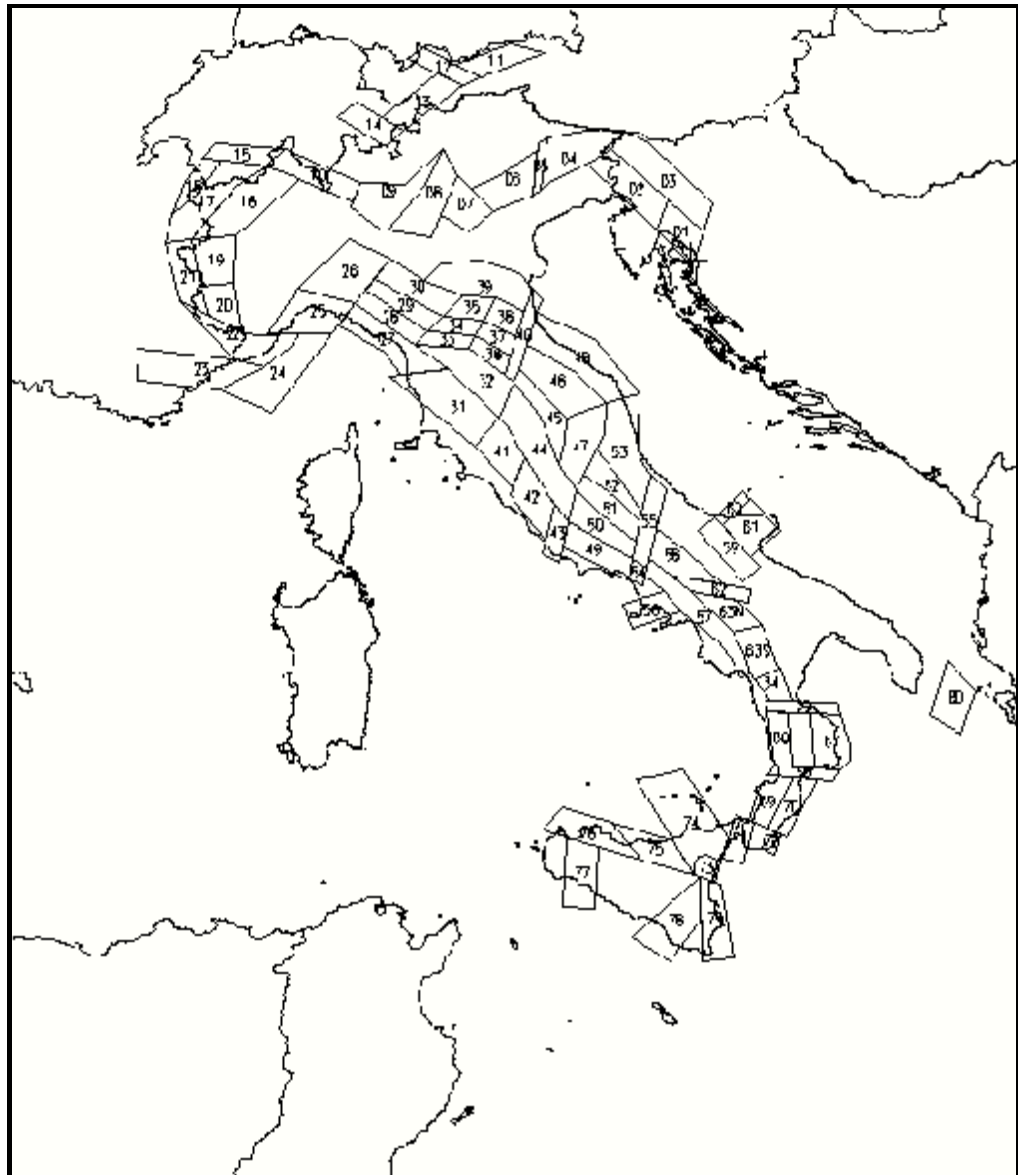


Figura 9: Zonazione Sismogenetica ZS4

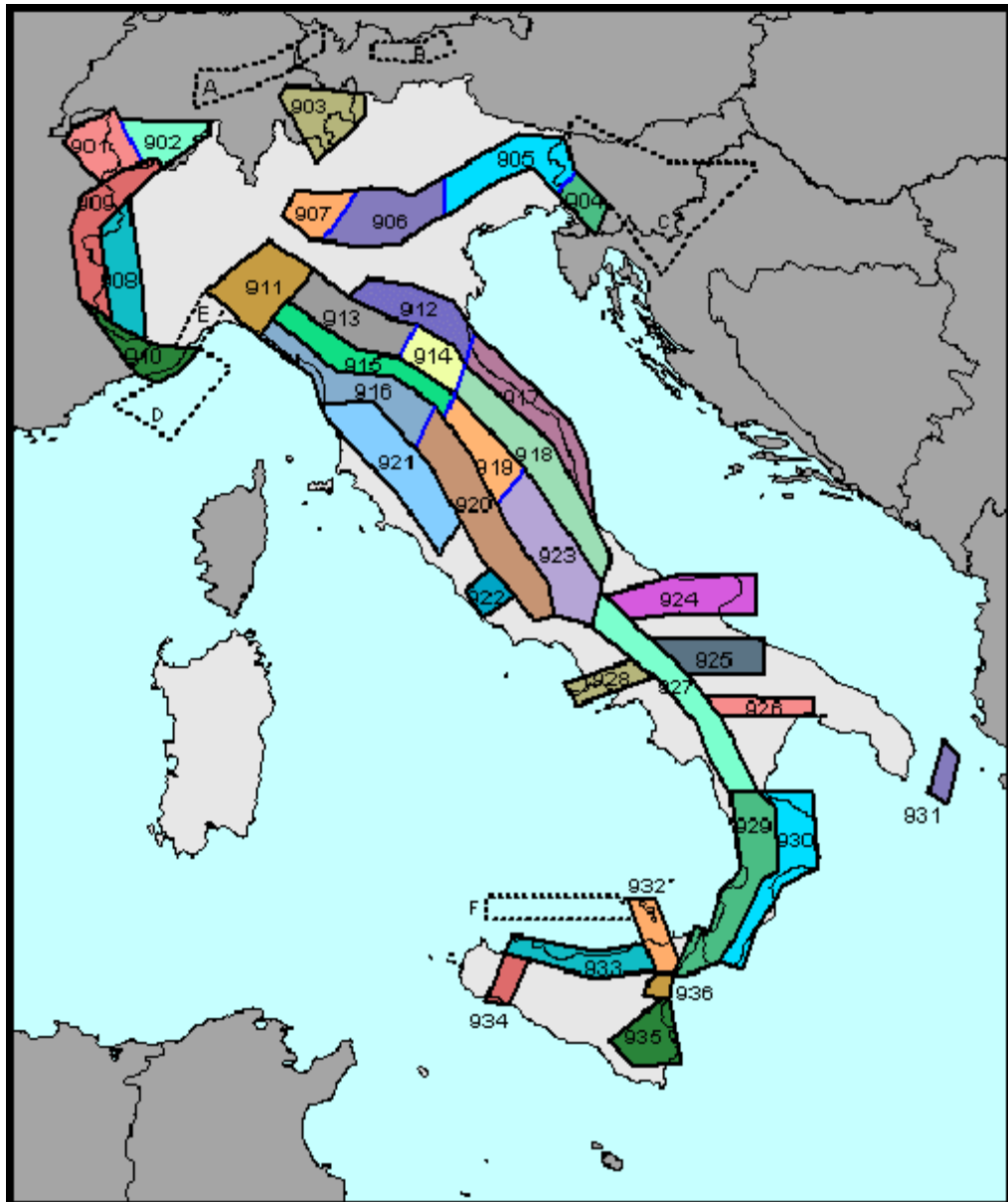


Figura 10: Zonazione Sismogenetica ZS9

La zonazione sismogenetica ZS9 è stata disegnata in maniera tale da soddisfare i seguenti requisiti:

- a) essere basata sul pregresso modello ZS4;
- b) recepire le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni;

c) considerare ed analizzare i dati relativi a terremoti localizzati al di fuori delle zone sorgente definite in ZS4;

d) essere utilizzabile con i dati di CPTI2;

e) 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;

f) fornire per ogni ZS un meccanismo di fagliazione prevalente, utilizzabile con le relazioni di attenuazione classiche modificate secondo le procedure di Bommer et al., (2003).

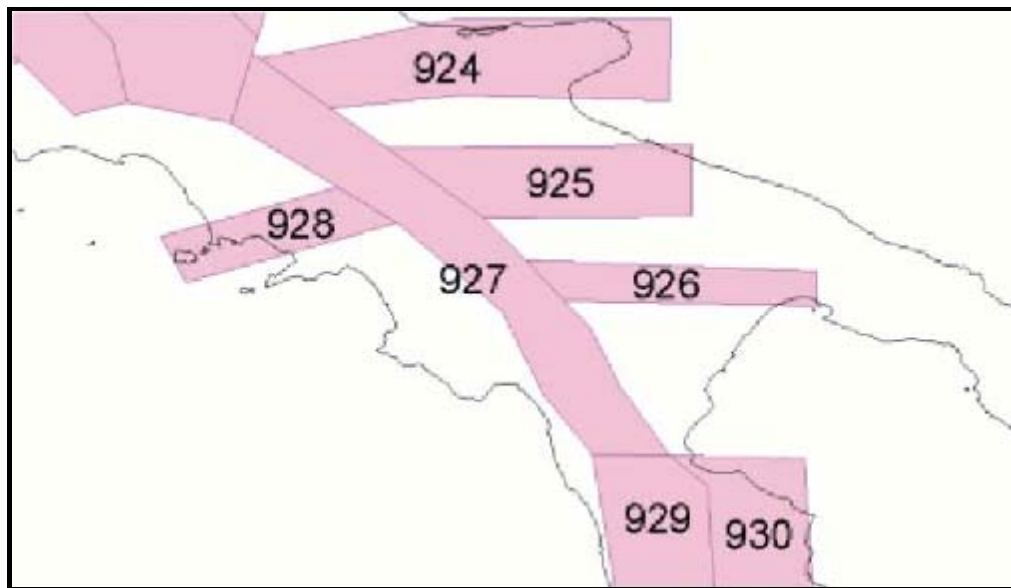
La zonazione ZS9 comprende 42 zone-sorgente, che sono state identificate con un numero (da 901 a 936) o con una lettera (da A ad F). Nel processo di realizzazione di ZS9, l’unione di più zone ZS4 è avvenuta in base alle caratteristiche del dominio cinematico al quale ognuna delle zone veniva attribuita.

Oltre alla riduzione del numero di zone rispetto alla ZS4, la ZS9 è caratterizzata anche da modifiche dei limiti delle zone, che sono state effettuate tenendo conto dei nuovi dati relativi alle geometrie di singole sorgenti o di insiemi di queste. Si deve però tener presente che i confini geografici di molte zone di ZS9 rappresentano il frutto di un compromesso tra numerosi parametri, di conseguenza, sono affetti da un certo margine di incertezza. Per far fronte a questa problematica, nella redazione di ZS9 si è fatto ricorso ai “bordi morbidi”, cioè ad una fascia (definita in chilometri) di dimensioni variabili, nella quale si produce uno smussamento della distribuzione della pericolosità, producendo così gradienti meno accentuati ai confini tra le diverse ZS.

4.7 Zonazione Sismogenetica dell’Appennino Meridionale

La geometria delle sorgenti sismogenetiche (Figura 11) della Campania e, più in generale, l’Appennino Meridionale (zone da 56 a 64 in ZS4 e zone da 924 a 928 in ZS9), in seguito alla realizzazione della zonazione sismogenetica ZS9, è stata sensibilmente modificata rispetto a ZS4 (*Rapolla, 2005*).

Figura 11: Zonazione Sismogenetica ZS9 dell'Appennino Meridionale



In particolare l'attuale zona 927 (Sannio-Irpinia-Basilicata) comprende tutte le precedenti zone di ZS4 coincidenti con il settore assiale della catena, fino al massiccio del Pollino, al confine calabro-lucano Essa racchiude l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, da circa 0.7 ma sta interessando l'Appennino meridionale. Il meccanismo di fagliazione individuato per questa zona è normale e le profondità ipocentrali sono comprese tra gli 8 e 12 km. La zona 57 di ZS4, corrispondente alla costa tirrenica, è stata quasi integralmente cancellata, in quanto il GdL INGV (2004) ritiene che la sismicità di questa area non è tale da permettere una valutazione affidabile dei tassi di sismicità e, comunque, il contributo che verrebbe da tale zona sarebbe trascurabile rispetto agli effetti su questa stessa area delle sorgenti nella zona 927. La parte rimanente della zona 57, insieme alla zona 56 sono attualmente rappresentate dalla zona 928 (Ischia-Vesuvio), che include l'area vulcanica napoletana, con profondità ipocentrali comprese nei primi 5 km.

Nell'area al confine tra la catena e la Puglia, cioè l'area dell'avanfossa e dell'avampaese apulo, le nuove conoscenze sulla sismicità locale, suggerite dalla sequenza sismica del Molise del 2002 (*Di Bucci e Mazzoli, 2003; Valensise et al., 2004*), hanno comportato scelte che cambiano notevolmente le caratteristiche

sismogenetiche dell'area ed hanno permesso di identificare sorgenti con direzione E-W, caratterizzate da cinematica trascorrente. E' stata così identificata:

- nell'area garganica una zona 924 (Molise-Gargano) orientata E-W, che include tutta la sismicità dell'area e la faglia di Mattinata, generalmente ritenuta attiva;
- una zona 925 (Ofanto) la cui geometria trae in parte spunto dalla zona 62 di ZS4, ad andamento WNW-ESE;
- la zona 926 (Basento) ad andamento E-W, definita dall'allineamento di terremoti a sismicità medio-bassa nell'area di Potenza.

4.8 Pericolosità e classificazione sismica in Campania

La carta della pericolosità sismica calcolata in base alle distribuzioni di a_{max} con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, effettuata dal GdL INGV (2004) e redatta in conformità alle disposizioni dell'O.P.C.M. n°3274 del 2003, prevede per la Campania la presenza di 8 classi di a_{max} , con valori che variano gradualmente tra 0.075g lungo la costa a 0.275 nell'area dell'Irpinia, ad eccezione delle aree vulcaniche Vesuvio-Ischia-Campi Flegrei dove si hanno valori mediamente compresi tra 0.175g e 0.200g (Figura 12). Per quanto riguarda la distribuzione dell'84mo percentile, anche qui sono presenti in Campania 8 classi di a_{max} , con valori che variano tra 0.075g e 0.300g. Le differenze tra le due mappe sono in genere inferiori a 0.020g, fatta eccezione di una ristretta fascia al confine con la Puglia, dove si raggiungono valori compresi tra 0.040g e 0.050g.

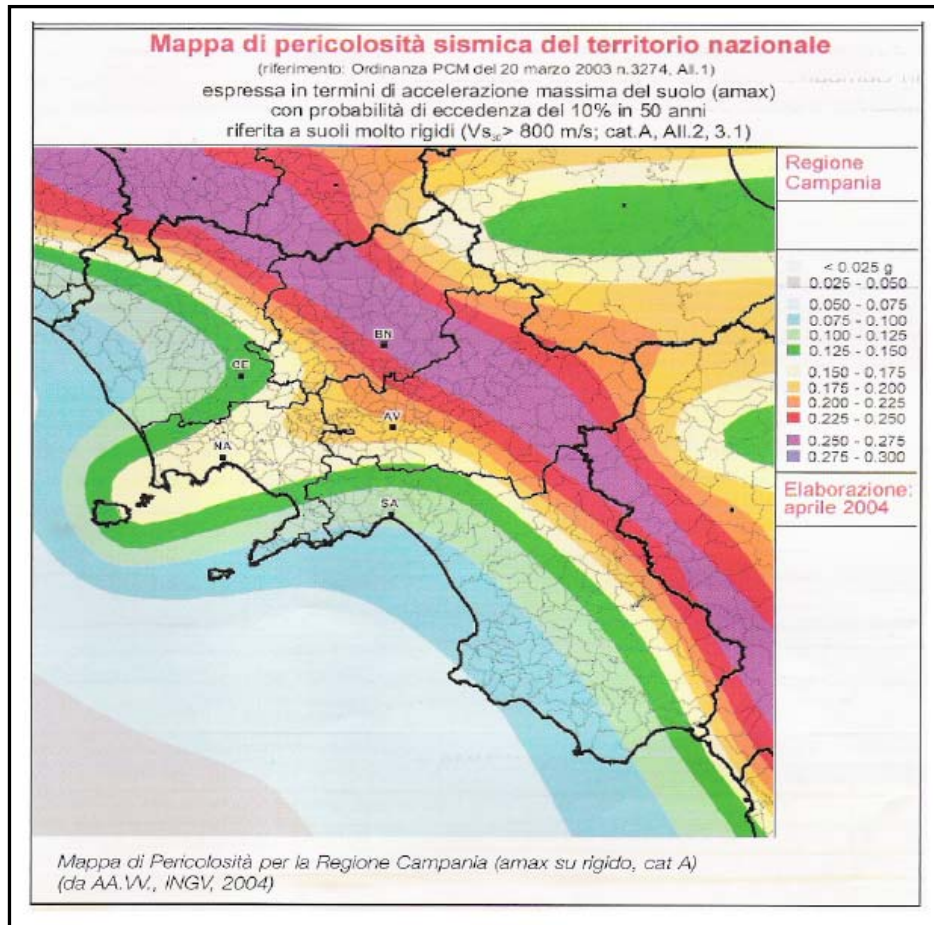


Figura 12: Mappa di pericolosità sismica della regione Campania espressa in termini di a_{max} su suolo rigido cat A (AA.VV., INGV, 2004)

La classificazione sismica della Regione Campania, è stata aggiornata in seguito alla Delibera G.R. 7-11-2002 n.° 5447 (Figura 13).

Dalla classificazione dei comuni riportata nella delibera si evince che circa il 65% dei comuni della Campania rientra nella seconda categoria, circa il 23% in prima categoria, e l'11% in terza categoria.

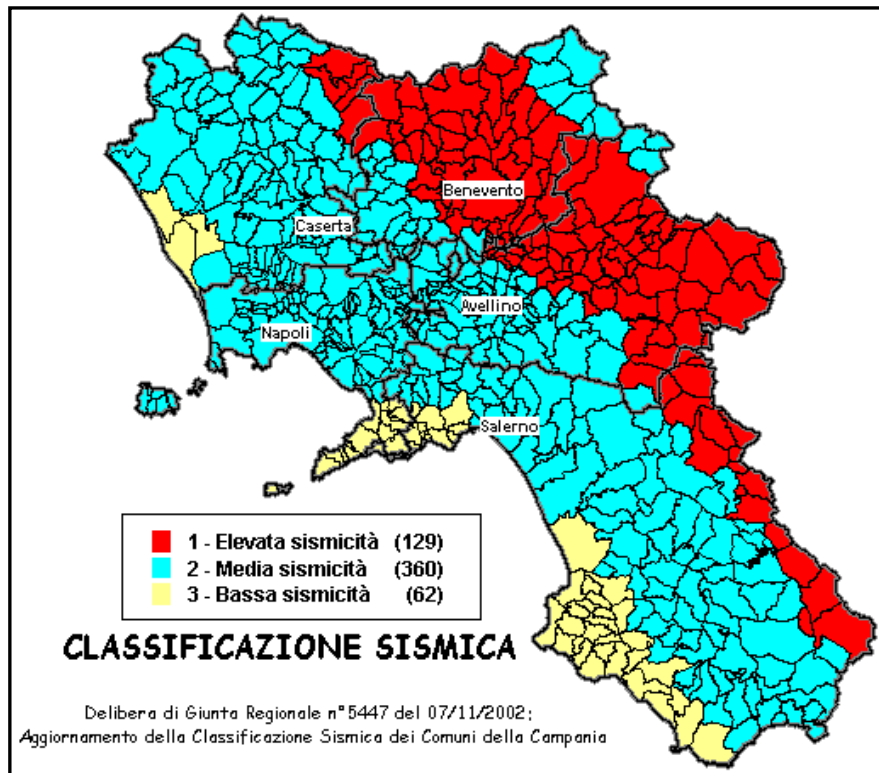


Figura 13: Classificazione sismica 2004 della Regione Campania

Le aree che ricadono in prima categoria sono il Sannio-Matese e l'Irpinia, mentre le zone vulcaniche del napoletano sono classificate in seconda categoria. La classificazione sismica del territorio tiene conto non solo dell'ubicazione delle sorgenti sismiche, ma anche della propagazione dell'energia sismica con la distanza dalla sorgente e della eventuale amplificazione locale delle oscillazioni sismiche, prodotte dalle caratteristiche del terreno.

5. MICROZONAZIONE E RISPOSTA SISMICA LOCALE

5.1 Microzonazione Sismica

La **Microzonazione Sismica** o Zonazione di Secondo Grado (*Int. Geot. Ass., TC4, 1999; Rapolla, 2002*) consiste nell'individuazione delle aree a differente risposta sismica nell'ambito di uno stesso comune. Con essa si forniscono carte di dettaglio delle variazioni degli effetti locali, con uno studio volto alla valutazione quantitativa della influenza che hanno le condizioni locali sul comportamento del territorio in relazione ad un evento sismico, raffinando quindi le conoscenze ottenute attraverso la Macrozonazione Sismica del Territorio Nazionale o Zonazione di Primo Grado (*Int. Geot. Ass., TC4, 1999*).

L'esigenza di questo studio nasce dal fatto che con la Zonazione di Primo Grado vengono delimitate, a grande scala, aree soggette a rischio sismico alle quali con la precedente normativa veniva assegnato lo stesso grado di sismicità. Questo determina degli squilibri all'interno dell'area, in genere, tanto maggiori quanto più questa è estesa.

Infatti, l'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere, anche a distanze piccole, caratteristiche differenti, in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, caratteristiche geologiche del sottosuolo, presenza di faglie).

La **Microzonazione Sismica** rappresenta quindi l'attività svolta ai fini di una più dettagliata suddivisione di un territorio comunale in Sottozone, o Microzone, ad omogenea risposta sismica, nelle quali i valori di pericolosità sismica rispecchiano più rigorosamente le condizioni locali. L'individuazione di tali zone avviene attraverso un insieme di indagini e di studi effettuati allo scopo di valutare le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, geosismiche e geotecniche dei litotipi presenti in un'area relativamente ancora vasta, qual'è il territorio comunale.

Mediante la **Microzonazione** vengono anche individuati i terreni dinamicamente instabili (quelli cioè che in caso di sollecitazione sismica possono essere soggetti a deformazioni permanenti, quali frane, liquefazione, addensamento, etc.) e stimate le accelerazioni che si possono determinare sui terreni dinamicamente stabili.


L'analisi per la determinazione delle fasce di influenza (microzone) è stata eseguita su un'area di circa 14,6 km², di cui circa 6,9 km² su territorio montagnoso,

submontagnoso e collinare, che presenta il suo baricentro all'incrocio tra viale Europa, viale Taverne e via S. Onorato a circa 470m a NE dalla Casa Comunale.

Per avere informazioni dettagliate circa le caratteristiche dei terreni superficiali per i primi 30m di spessore, allo scopo di elaborare un modello geologico del sottosuolo, si sono aggiunte ai diversi sondaggi meccanici e sismici relativi all'elaborazione del P.R.G. del 1998 e di alcuni piani di zona del 1998, una serie di indagini sismiche di rifrazione di tipo down-hole.

Il risultato dello studio viene sintetizzato in carte di dettaglio, (ad esempio, **Carte della Microzonazione in prospettiva sismica**, nella Regione Campania), da cui possono essere ricavate informazioni su eventuali limitazioni di natura urbanistica o suggerimenti per la progettazione degli edifici ed in generale per un razionale uso del territorio.

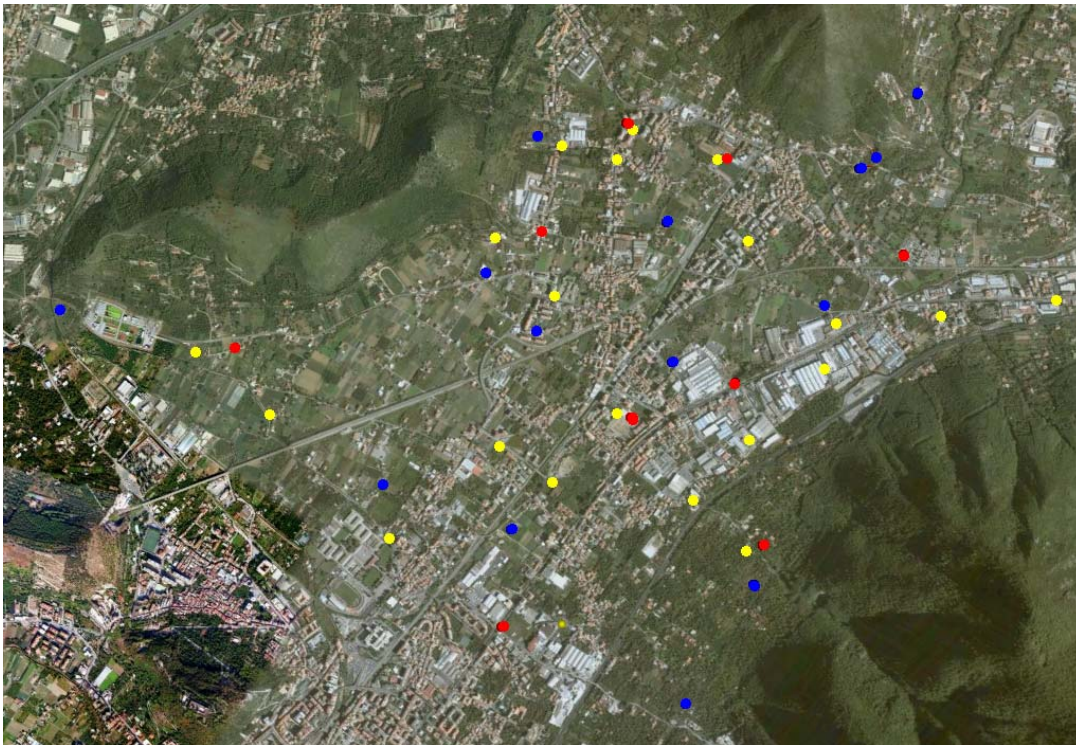
Con le informazioni ed i dati raccolti sono state elaborate in scala 1:5000 le seguenti **carte tematiche**:

 **distribuzione statistica delle velocità delle onde di taglio per una profondità minima di 30m (V_{s30})**

 **distribuzione statistica dei valori di picco dell'accelerazione (PGA)**

5.2 Distribuzione delle caratteristiche stratigrafiche e del parametro V_{s30}

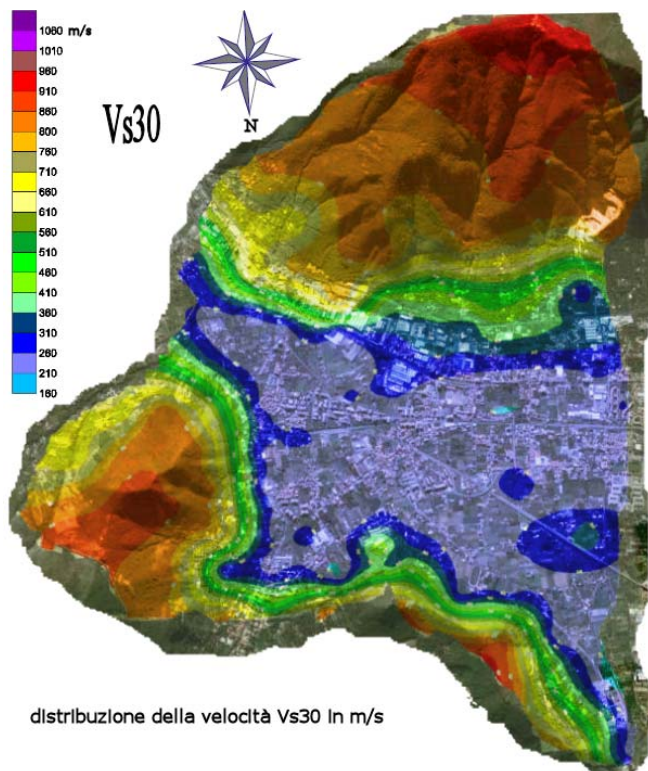
L'analisi delle indagini consistenti in sondaggi diretti, prove penetrometriche dinamiche e indagini sismiche del tipo m.a.s.w. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) eseguiti in diverse campagne che hanno interessato il Comune di Nocera Superiore in diversi periodi dal 1996 al 2015 ha permesso di determinare la distribuzione delle velocità delle onde di taglio V_s , calcolate su spessori standard di 30m di sedimenti; sono stati esclusi alcuni sondaggi che non erano stati spinti a profondità di almeno 20m. Ai litotipi rinvenuti nei sondaggi diversi dai down-holes sono stati attribuiti valori di V_s e γ mediati dalle misure in foro. La carta sottostante mostra l'ubicazione di tutte le prove geognostiche che hanno interessato il Comune di Nocera Superiore nel corso degli anni; le localizzazioni delle prove sismiche in foro fino a -30m sono indicate da cerchi rossi, le stese sismiche di rifrazione superficiale sono indicate da cerchi azzurri e i cerchi gialli indicano sondaggi geognostici spinti tra -20 e -25m di profondità, per maggiori dettagli vedasi cartografia ubicazioni indagini.



Data la distribuzione dei sedimenti, non è possibile classificare l'intera area omogeneamente in un'unica categoria di suolo avendosi, infatti, una dislocazione variabile dei valori di V_{s30} .

Tuttavia è possibile definire che i valori delle velocità delle onde di taglio inquadrano l'area, per circa metà, nella categoria di **suolo C**, secondo i dettami

dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3274 del marzo 2003 e successive modificazioni contenute nella OPCM 3519 di aprile 2006 e delle NTC2008 (*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 $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)* che si rinviene principalmente nelle aree pianeggianti secondo la direttrice SE-NW costituite da depositi piroclastici sabbiosi con livelli ghiaiosi spesso poggiati su formazioni di tufo grigio mediamente addensato; per circa $\frac{1}{4}$ nella categoria di **suolo 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 (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina) che si ritrova principalmente come fascia terminale pedemontana e sub collinare; per circa $\frac{1}{4}$ nella categoria di **suolo A** (*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s,*

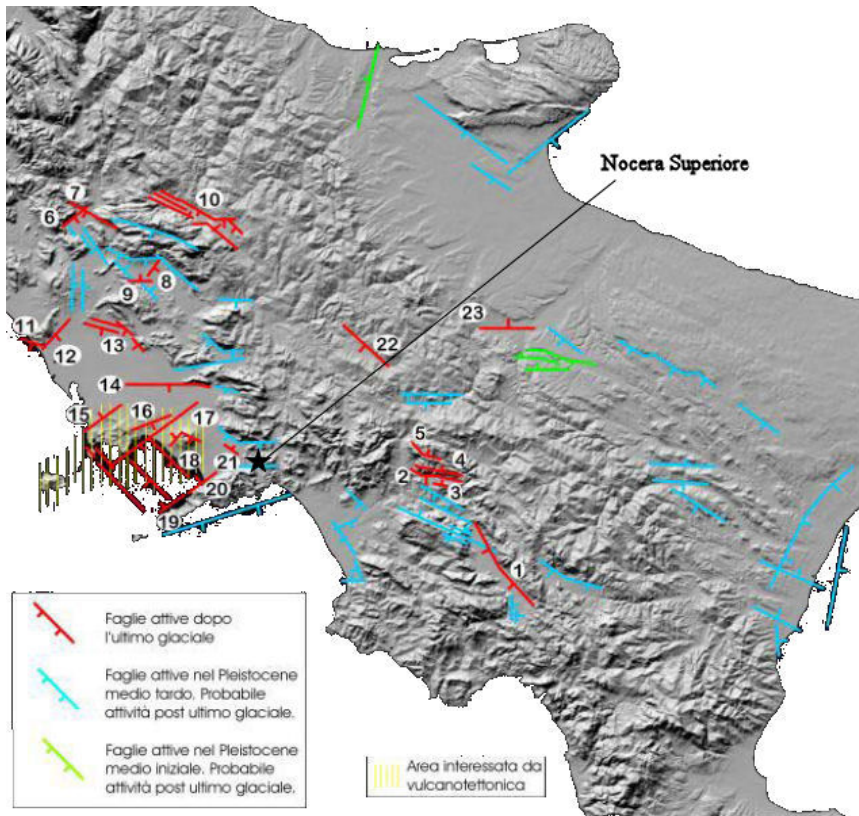
eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m) comprendendo principalmente la parte montagnosa e subordinatamente quella pedemontana a prevalenza di detriti cementati e calcari fratturati. Le velocità V_{S30} variano, globalmente, tra un minimo di 180 m/s ed un massimo di 1000 m/s per valori mediati su profondità minime di 30m.

Per una discussione più dettagliata della distribuzione statistica delle V_{S30} e della configurazione del modello geologico del sottosuolo si rimanda al paragrafo 5.8.

5.3 Inquadramento generale aree sismogenetiche

Il distretto comunale ricade, a livello regionale, in un'area nella quale risulta evidente come i terremoti siano principalmente concentrati lungo la dorsale appenninica e come si possano notare addensamenti riconducibili a zone sismiche ben note nel complesso strutturale costituito dall'Appennino meridionale.

La figura seguente mostra la dislocazione delle principali linee di faglie attive nel



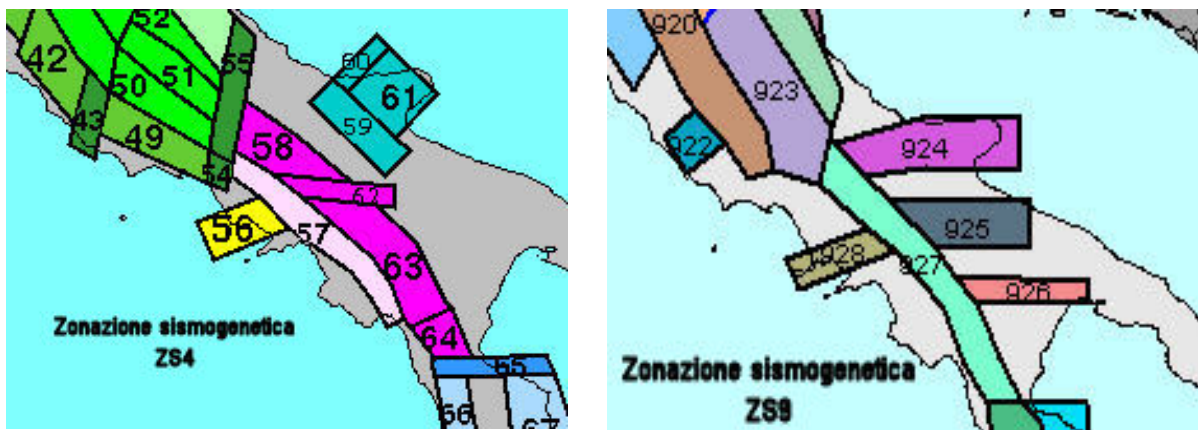
pleistocene fino all'ultimo periodo glaciale e la dislocazione delle aree sismogenetiche

(Alessio G., Esposito E., Gorini A., Luongo G., Porfido S.-Annali di Geofisica 1993)

interessanti il Comune di Nocera Superiore. L'area

sismogenetica più prossima al distretto comunale di Nocera Superiore risulta l'area della Campania-Lucania (compresa grosso modo tra 40.000° - 41.005° latitudine nord e 14.048° - 16.015° longitudine est) ed è senza dubbio la zona più significativa con molteplici scosse distruttive (anni 1561,1694,1732,1851,1857 e 1930) fino al terremoto dell'Irpinia avvenuto il 23 novembre 1980, I0 = IX-X MCS, e ritenuto uno dei più violenti terremoti che hanno colpito l'Appennino meridionale (Valensise,1993).

Le figure seguenti mostrano le zonazioni sismogenetiche che inquadrano la geometria delle sorgenti dei terremoti che interessano maggiormente la Campania e più specificamente



l'area oggetto di studio. Fino al 2002 la principale fonte di informazione sulle strutture sismogenetiche era rappresentata dalla zonazione **ZS4** (Meletti et al., 2000; Scandone e Stucchi, 2000) dove le aree 57, 58, 63 prevedevano dei meccanismi focali principalmente di distensione (dip-slip).

La zona 56 include l'area vulcanica napoletana del complesso del Somma-Vesuvio, Ischia e Campi Flegrei con profondità ipocentrali dell'ordine di qualche km. Studi più recenti (INGV – AA.VV., 2004) hanno però evidenziato alcune incoerenze e la scarsa compatibilità con alcuni cataloghi di terremoti modificando la zonazione precedente in una nuova zonazione sismogenetica denominata **ZS9**. Questa, rispetto alla precedente e per quanto riguarda la Campania, unisce le zone 57, 58, 62, 63 nella nuova zona 927; la zona 57 è stata completamente cancellata (costa tirrenica) in quanto il Gruppo di Lavoro dell'INGV ritiene che la sismicità di questa area non sia tale da permettere una valutazione affidabile dei tassi di sismicità ed inoltre il contributo di tale zona sarebbe trascurabile rispetto agli effetti su questa stessa area delle sorgenti della zona 927 (Sannio-Irpinia-Basilicata) caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che interessa l'Appennino Meridionale da circa 700.000 anni (C.Meletti-G.Valensise, *Zonazione sismogenetica ZS9*; GNDT 2004). Alcune parti della zona 57 e tutta la zona 56 sono ora rappresentate dalla zona 928 che, come prima, racchiude l'area vulcanica del distretto Ischia-Vesuvio- Campi flegrei.

5.4 Sismicità dell'area e risentimento sismico

Le informazioni contenute nella documentazione storica disponibile (oltre ai cataloghi degli eventi sismici) mostrano che nel territorio comunale di Nocera Superiore sono diversi (10) gli eventi che sono stati avvertiti con intensità locale superiore al sesto grado MCS a partire dall'anno 1000; di seguito sono riportati gli eventi sismici più significativi i cui effetti sono stati valutati e che hanno interessato l'area in studio. Gli eventi sono tratti dal catalogo parametrico dei terremoti italiani (Gruppo CPTI-ING,GNDT,SGA,SSN: Bologna 1999 - Stucchi et al. (2007). DBMI04, *il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G. e Gasperini P., 1997. Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990, ING e SGA Bologna*). Is rappresenta l'intensità massima avvertita nel distretto comunale.

Anno	Mese	Gi	Ora	Mi	AE	LatEp	LonEp	Is
62 DC	2	5			Pompei	40,780	14,420	7-8
79 DC	8	25	7		Area Vesuviana	40,800	14,380	8
1456	12	5			MOLISE	41,302	14,711	6-7
1688	6	5	15	30	Sannio	41,280	14,570	6
1694	9	8	11	40	Irpinia-Basilicata	40,880	15,350	6-7
1732	11	29	7	40	Irpinia	41,080	15,050	6-7
1783	3	28	18	55	Calabria	38,780	16,470	4
1805	7	26	21		Molise	41,500	14,470	6
1851	8	14	13	20	Basilicata	40,950	15,670	5
1853	4	9	12	45	Irpinia	40,820	15,220	6-7
1857	12	16	21	15	Basilicata	40,350	15,850	7-8
1875	12	6			S.MARCO IN LAMIS	41,689	15,677	5
1905	9	8	1	43	Calabria	38,670	16,070	5
1908	12	28	4	20	Calabria meridionale	38,150	15,680	4-5
1910	6	7	2	4	Irpinia-Basilicata	40,900	15,420	5-6
1930	4	27	1	46	SALERNITANO	40,769	14,700	6-7
1930	7	23	0	8	Irpinia	41,050	15,370	7
1962	8	21	18	19	Irpinia	41,130	14,970	7
1981	2	14	17	27	BAIANO	40,985	14,613	5
1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	40,850	15,280	7
1981	2	14	17	27	BAIANO	40,985	14,613	5
1982	3	21	9	44	MARATEA	40,008	15,766	4-5
1984	5	7	17	49	Appennino abruzzese	41,666	14,057	5
1990	5	5	7	21	POTENTINO	40,711	15,299	7
1991	5	26	12	25	POTENTINO	40,668	15,803	4-5
1991	5	26	12	25	POTENTINO	40,668	15,803	4-5
1996	4	3	13	4	IRPINIA	40,854	15,293	5

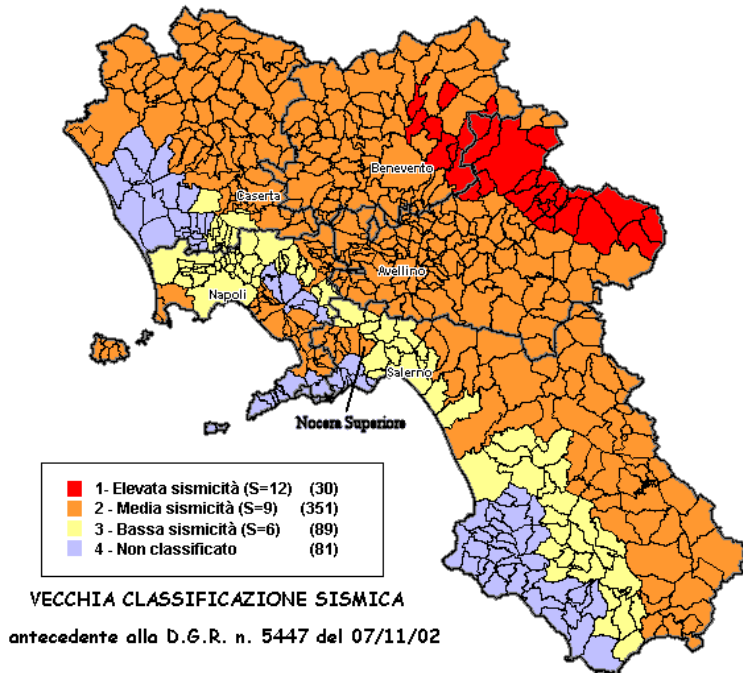
5.5 Classificazione sismica di Nocera Superiore

La consultazione dei dati messi a disposizione dal Servizio Sismico Nazionale permette di visualizzare la classificazione sismica del Comune di Nocera Superiore dalle normative antecedenti all'OPCM. 3274 fino alla classificazione adottata dalla regione Campania (con esclusione dell'OPCM 3519 e delle NTC2008).

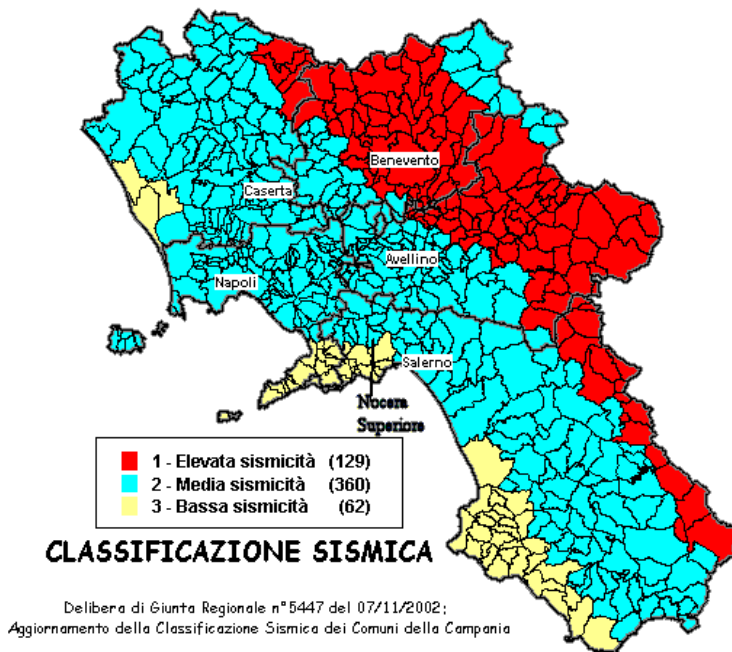
Il progetto Geodinamica (CNR) nel 1979 realizzò le carte di scuotibilità del territorio italiano sulle quali, per quantificare il livello di esposizione del paese al terremoto, venivano valutati tre parametri:

- Massima intensità macrosismica per ciascun sito (periodo di osservazione dal 1000 d.c. all'attuale);
- L'intensità osservata all'interno di un periodo di tempo (per valori assegnati di 50,100,200,500 e 1000 anni);
- Il valore del coefficiente C utilizzato nella normativa sismica per la verifica progettuale delle costruzioni.

Fu pertanto istituita presso il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici la Commissione per la riclassificazione Sismica che definì un metodo di scelta dei valori di soglia da assegnare a ciascuno dei tre parametri descritti in precedenza (che portasse a risultati in qualche modo rapportabili con la distribuzione della classificazione già in vigore), e di iscrivere negli elenchi di classificazione tutti quei comuni che superavano la soglia prefissata perlomeno per uno dei tre parametri di cui sopra.



alle conoscenze che man mano progredivano sia sui parametri focali e sia sulle modalità di risposta dei siti e quindi sulla pericolosità sismica, portarono il Servizio Sismico

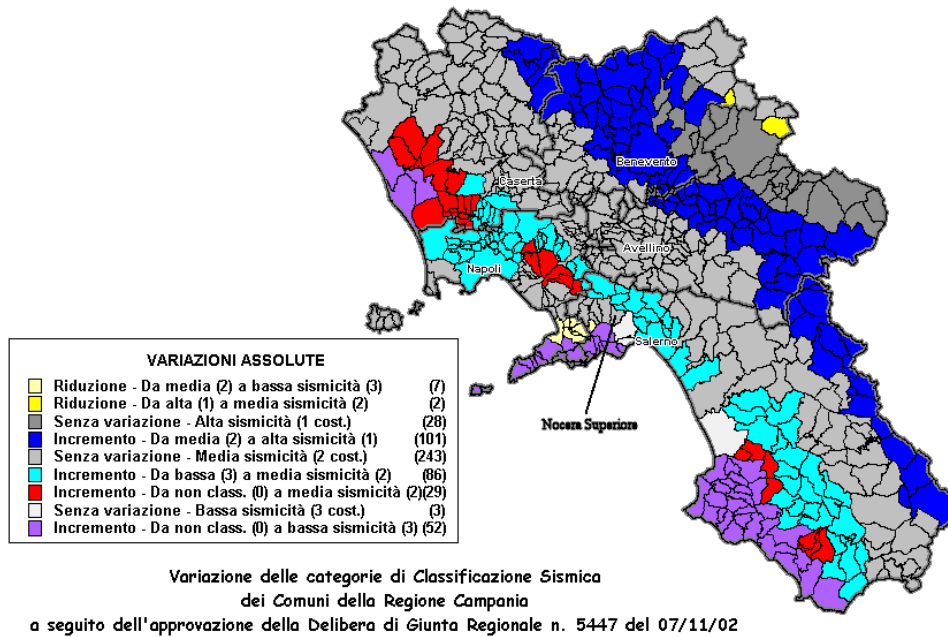


sismicità (zona di seconda categoria) facendo proprie le indicazioni del SSN.

Riferendosi quindi a quanto prima detto vennero definite in Campania le zone di elevata, media e bassa sismicità. Il Comune di Nocera Superiore risulta classificato in classe 2 a media sismicità (S=9). Successivamente, alcuni Decreti Ministeriali (16.01.96) rividero alcuni dei parametri usati per la classificazione che, insieme

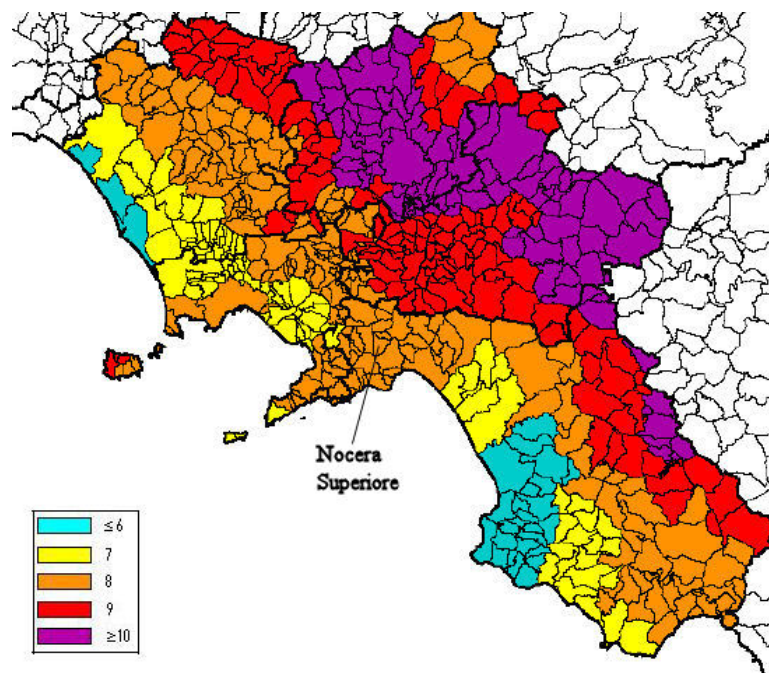
Nazionale, su incarico della *Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi*, alla definizione di una riclassificazione sismica del territorio (1998). La Regione Campania con la Delibera della Giunta Regionale 5447 del 2002 lascia il distretto comunale in zona sismica a media

In seguito al DGR 5447 i comuni della Campania risultano riclassificati come illustrato nella figura sottostante.



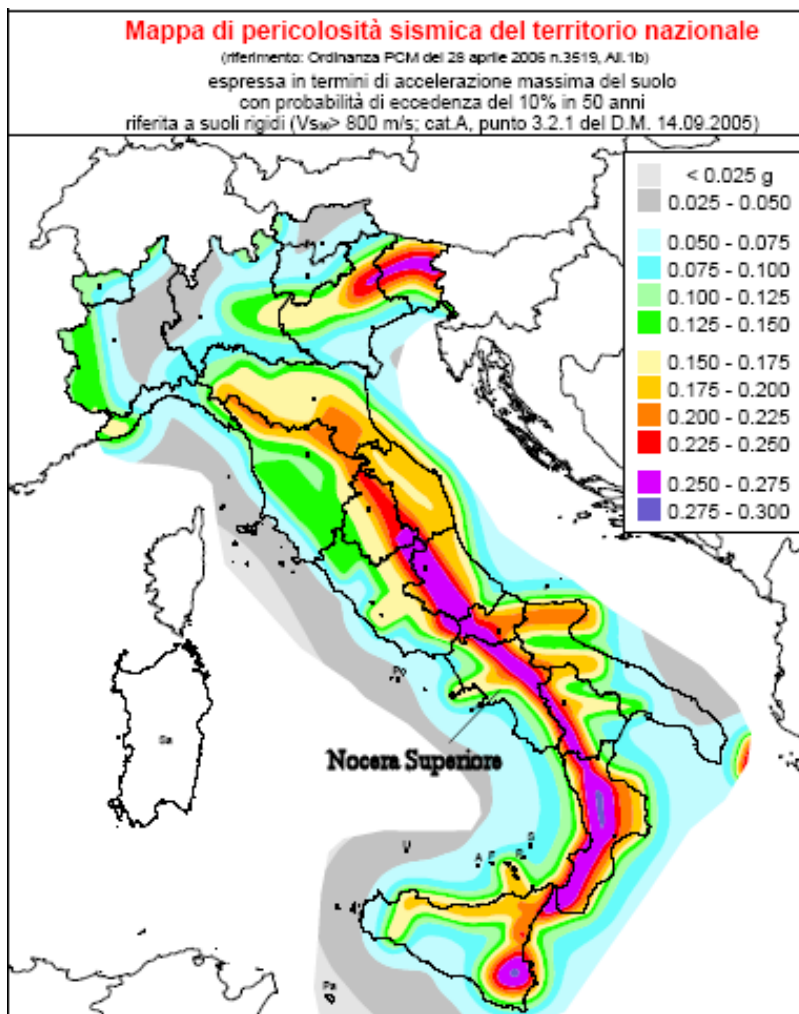
In termini di massima intensità macrosismica avvertibile in seguito ad eventi sismici il comune ricade nelle aree in cui si risentono valori uguali all' 8° grado della scala MCS come di seguito illustrato; il valore così attribuito è in accordo con l'intensità più forte evidenziata dalla storia sismica e dai cataloghi di terremoti consultati.

Carta dell'intensità macrosismica MCS (AA.VV, 2004)



5.6 Pericolosità sismica

In seguito al verificarsi di recenti catastrofi e basandosi sui pareri di un gruppo di

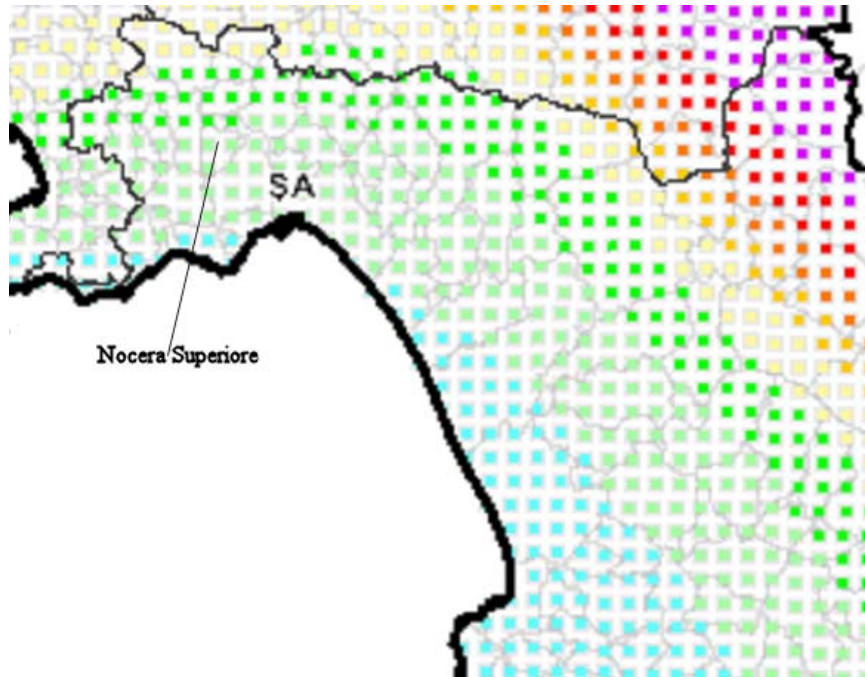


saggi e di vari gruppi di lavoro sul tema della pericolosità sismica, il legislatore ha emanato nel 2003 nuove norme antisismiche attraverso l'Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". Attraverso gli strumenti posti a disposizione dalla suddetta ordinanza, il

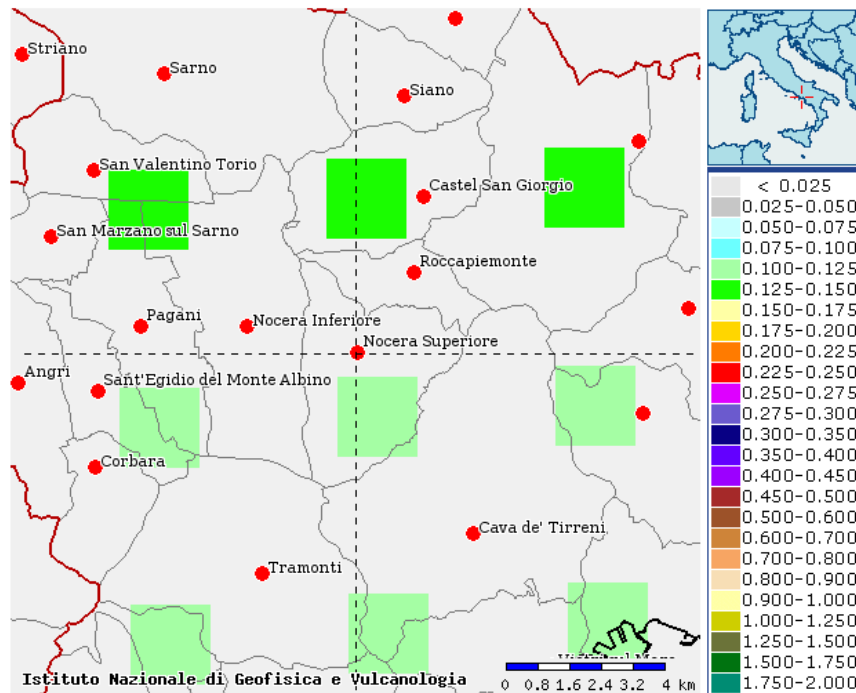
Gruppo di Lavoro dell'INGV elabora nel 2004 una mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale che viene suddiviso in 4 zone con diversi valori di accelerazione orizzontale massima attesa (PGA): la **zona 1** con $a_{max} > 0.25g$; la **zona 2** con a_{max} tra $0.15g - 0.25g$; la **zona 3** con a_{max} $0.05g - 0.15g$; la **zona 4** con $a_{max} < 0.05g$. Tra il 2004 e il 2006 la carta della pericolosità sismica in Italia viene in seguito ulteriormente rivista e aggiornata dal Gruppo di Lavoro ridefinendo in una serie di 12 "sottozone" le quattro inizialmente proposte.

La mappa sottostante mostra il dettaglio della Regione Campania con la distribuzione statistica dell'accelerazione orizzontale calcolata su una griglia con passo 0.02°.

Mappa della pericolosità sismica



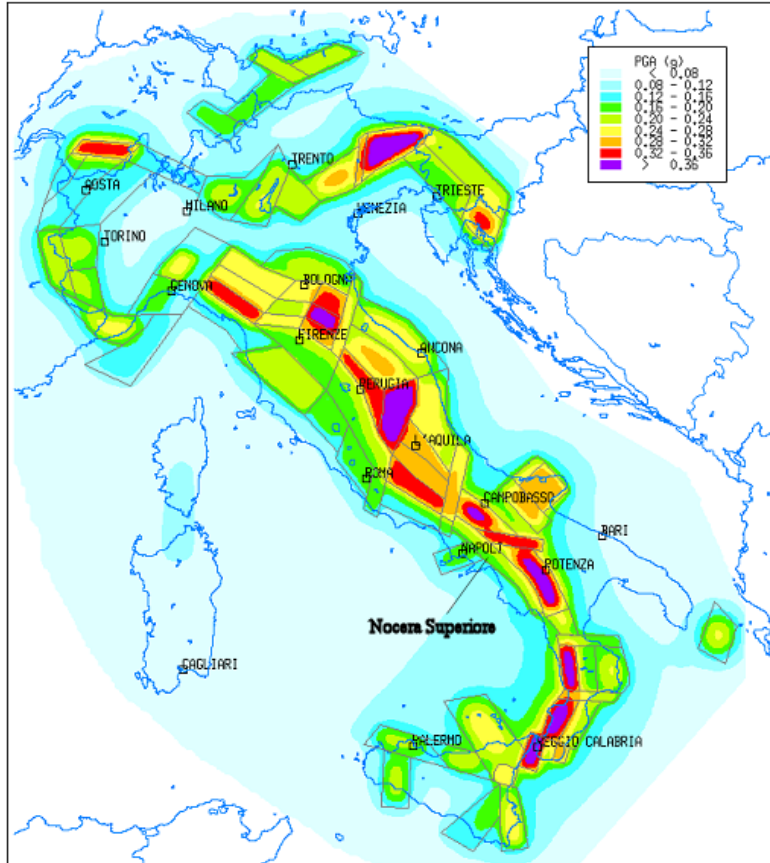
I confini comunali di **Nocera Superiore** evidenziano l'intervallo di variazione dell'accelerazione tra **0.100g** (zona montagnosa rocciosa) fino a **0.150g** (zona pedemontana detritica) attesi su suolo rigido di categoria A.



Il nuovo assetto della distribuzione della pericolosità sismica per $T=475$ anni (periodo di ritorno di un evento particolarmente significativo in termini energetici), definito dall'OPCM 3519 del 2006, è mostrato nella figura sottostante. Il distretto comunale in esame ricade in un intervallo, maggiormente cautelativo rispetto ai

Mappa della pericolosità sismica in Italia

Accelerazione orizzontale di picco con $T = 475$ anni



precedenti, compreso tra **0.16g e 0.20g** di accelerazione orizzontale riferita a suoli rigidi di categoria A. Si riporta, comunque, che la Regione Campania, almeno alla data della presente relazione, non si è uniformata alle prescrizioni dell'ordinanza OPCM 3519 del 28 aprile 2006, a cui i valori di accelerazione si riferiscono,

mantenendo ancora in vigore i valori legati all'ordinanza OPCM 3274 del 20 marzo 2003 che risultano estremamente cautelativi con valori di accelerazione compresi tra 0.15 e 0.25g su suolo rigido di categoria A.

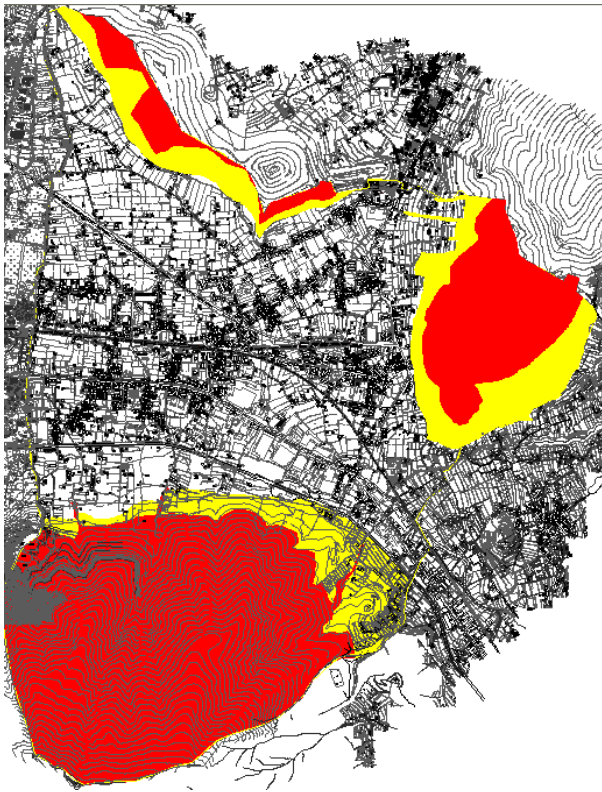
5.7 Analisi della risposta sismica locale

L'analisi della risposta sismica locale ha come fine la valutazione dell'effetto delle condizioni locali prima dette (caratteristiche geologiche e geotecniche) sulla propagazione delle onde P e S e di determinare le caratteristiche del moto sismico in superficie. Attraverso la valutazione della massima accelerazione del suolo (PGA) è possibile definire la pericolosità sismica, mentre la scuotibilità rappresenta una misura degli scuotimenti che gli edifici subiscono durante un terremoto. La stima della pericolosità sismica e della scuotibilità è utilizzata nella definizione di uno "spettro di risposta" i cui valori stanno alla base di ogni valutazione del carico sismico come previsto dalle normative vigenti. In questo contesto si suppone che la superficie del terreno o un edificio si comporti come un oscillatore armonico semplice che è assimilabile ad un pendolo. L'accelerazione massima al suolo fornisce il valore di riferimento (PGA) mentre la forma dello spettro di risposta rappresenta invece le risposte e gli scuotimenti relativi che gli edifici subiscono in funzione della loro tipologia. Riportare su opportune carte i valori di risposta consente pertanto di individuare zone dove strutture con determinate caratteristiche potrebbero avvertire più o meno risentimento in occasione di un evento sismico. La cartografia prodotta riporta la distribuzione statistica del valore di PGA per l'area studiata; inoltre è stata elaborata la carta della distribuzione statistica della velocità delle onde di taglio Vs30. Per procedere all'analisi delle distribuzioni statistiche dei due parametri anzidetti, si è seguito un approccio basato su *Metodi Indiretti* cioè sulla modellazione numerica di specifiche situazioni ben caratterizzate geometricamente e meccanicamente, tramite rilievi specifici e accurate indagini geologiche e geologico-tecniche:

- a) Si è ipotizzato che la stratigrafia dei luoghi sia abbastanza omogenea in un intorno limitato del punto di misura senza anomalie stratigrafiche lungo la verticale valutando l'**effetto stratigrafico** (*amplificazione stratigrafica*) costituito dall'insieme di modifiche che il moto di input subisce, propagandosi in modo pressoché verticale, all'interno dei sedimenti a superficie libera pianeggiante con stratificazione orizzontale e con assenza o trascurabili variazioni laterali. L'incidenza verticale delle onde di volume comporta, praticamente, l'assenza di onde di superficie e quindi all'incidenza di onde di una certa fase alla base del deposito corrispondono onde riflesse e rifratte della stessa fase.

Le onde incidenti alla base del deposito vengono continuamente riflesse tra la superficie libera e l'interfaccia deposito-bedrock ed in parte rifratte allontanandosi dal deposito stesso (smorzamento di radiazione). Le onde riflesse "intrappolate" interferiscono tra loro e con altre onde incidenti in base alle caratteristiche del deposito, del contrasto di impedenza e del contenuto in frequenza dell'evento di input; in tal modo si possono generare fenomeni di risonanza tra le onde riflesse e incidenti, relativamente alle caratteristiche stratigrafiche, alle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e alla frequenza dominante del moto di input.

- b) L'effetto di pendio (*amplificazione topografica*) è associato ai fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche, diffrazione, risonanza maggiormente avvertibili alla base del pendio (per forti contrasti deposito-substrato) e alla cresta. Tale effetto può manifestarsi in diverse aree del distretto comunale dove sono state rilevate zone potenzialmente instabili a causa di materiale roccioso fratturato che potrebbe



rotolare lungo il pendio stesso (pendenza $>15^\circ$) o franare per crollo (area rossa) e zone potenzialmente instabili per fenomeni gravitativi dei terreni superficiali (area gialla); le aree interessano principalmente il versante nord di monte S. Angelo ed il sud della collina Citola e del complesso collinare Castello della Rocca.

5.8 Distribuzione statistica dei valori Vs30 e PGA

La distribuzione dei valori dei parametri citati è stata fatta attraverso la geostatistica che si occupa di valutare l'autocorrelazione spaziale dei dati, verificando se osservazioni effettuate su punti vicini (campionati direttamente) presentano effettivamente una minore variabilità rispetto ad osservazioni effettuate tra punti distanti. L'obiettivo è quindi valutare l'effetto della posizione del punto di misura sulla variabilità del dato osservato. Oltre a valutare la variabilità spaziale la geostatistica offre delle tecniche di interpolazione spaziale che possono fornire delle stime sul valore assunto da una variabile in una posizione in cui la misurazione non è stata effettuata in base a dei dati rilevati su punti vicini. Tra le tecniche di interpolazione spaziale è stata adottata la metodologia Kriging che permette di interpolare una grandezza nello spazio, minimizzando l'errore quadratico medio. Conoscendo il valore di una grandezza in alcuni punti nello spazio, è possibile determinare il valore della grandezza in altri punti per i quali non esistono misure. Questa interpolazione spaziale si basa sull'autocorrelazione della grandezza, cioè l'assunto che la grandezza in oggetto vari nello spazio con continuità. Il valore incognito in un punto viene calcolato con una media pesata dei valori noti.

In corrispondenza di ciascun sondaggio utile, il valore di V_{S30} in m/s è calcolato dalla relazione

$$V_{S30} = \frac{30m}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i è lo spessore in metri dello i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità, V_i è la velocità delle onde di taglio nello stesso strato; N è il numero di strati presenti nei primi 30 m di profondità. (NTC2008 § 3.2.2 categorie di suolo e condizioni topografiche). I valori di accelerazione di picco sono calcolati sito per sito applicando la relazione 3.2.4 (NTC2008 §3.2.3.2.1). per $T=0$ si determina il valore PGA di ogni sito indagato

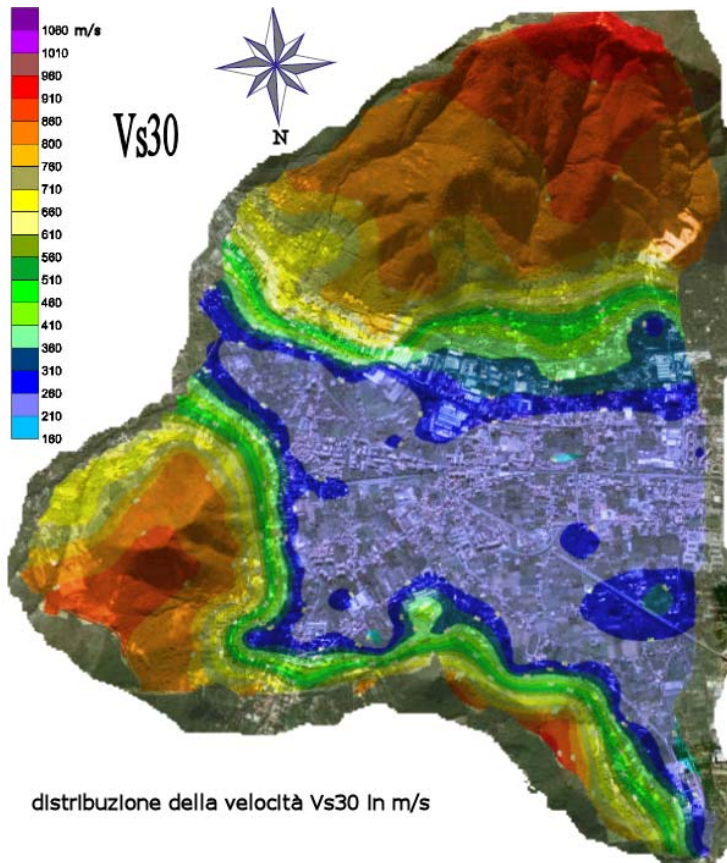
$$S_e(T) = a_g S \eta F_0 \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

S rappresenta un coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo (coefficiente S_S) e delle condizioni topografiche (coefficiente S_T), η è lo smorzamento

e F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione massima, su sito di riferimento rigido orizzontale con accelerazione a_g .

I valori di S_S e S_T sono stati calcolati dalle relazioni nelle tabelle 3.2.V e 3.2.VI delle suddette norme (NTC2008 §3.2.3.2.1 spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali).

5.8.1 Mappa distribuzione velocità equivalente V_{s30}



distribuzione della velocità V_{s30} in m/s

La distribuzione statistica delle velocità delle onde di taglio (V_{s30}) finalizzata alla determinazione di diverse categorie di suolo ha mostrato come, in effetti, non vi sia una sola categoria omogenea, ma piuttosto 3 categorie di suolo distribuite come già riportato nel paragrafo 2. **Si ribadisce ulteriormente** che i valori di “ V_{s30} ” determinati nei vari punti stazione vengono estrapolati nelle diverse aree sulla base anche della

litologia affiorante e, come è ben comprensibile, possono solo essere rappresentativi di situazioni non particolari, ma generali. La mappa mostra la distribuzione delle velocità delle onde di taglio da cui è possibile individuare le seguenti aree a comportamento diverso :

- ✚ Velocità da **180 a 360 m/s (area celeste-azzurro)** attribuibile a categoria di **suolo 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 $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);

Questa area, delimitata dalla parte montuosa-collinare del distretto comunale, è quasi totalmente pianeggiante ed è caratterizzata da spessori variabili tra 2 e 15m di materiali morbidi di origine piroclastica (tufi terrosi) rimaneggiati spesso con ghiaietto e pomici alterate (nella zona meridionale verso sud-est) che poggiano su spessori medi da 6 a 8m di limi sabbiosi e sabbie, mentre nella parte più settentrionale (verso nord-ovest) si rinvengono spessori di materiali maggiormente sabbioso limosi di origine eluviale. Il pacco sedimentario di piroclastici rimaneggiati e/o sabbie e limi poggiano sovente sulle bancate di tufo grigio che sembra essere più superficiale verso nord-ovest.

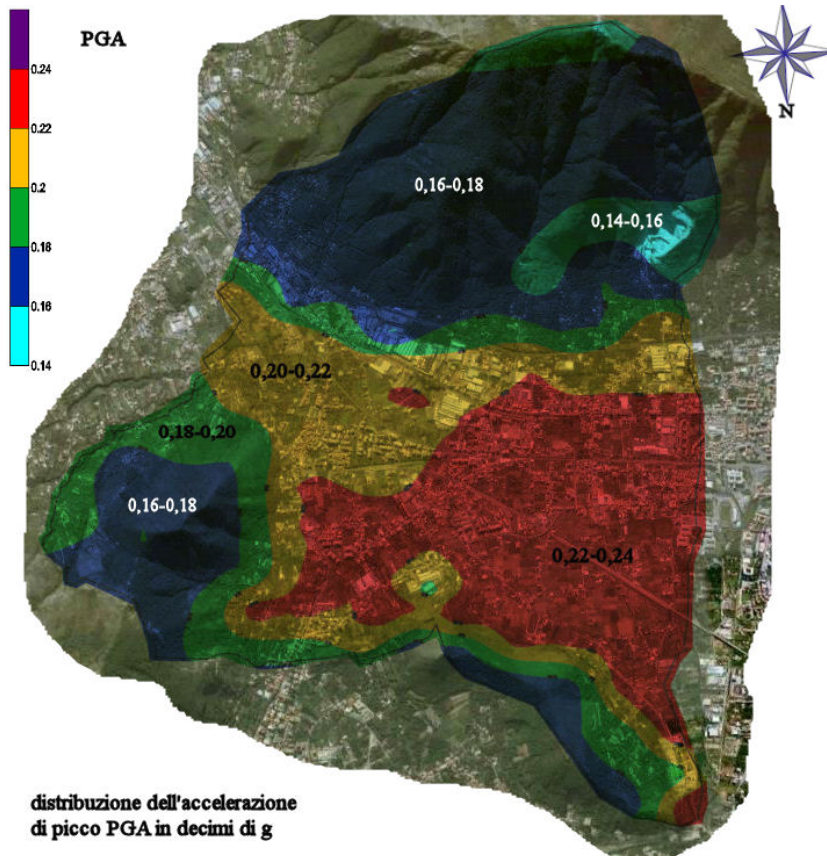
✚ Velocità da **360 a 800 m/s (area da verde chiaro a giallo oro)** che rappresenta, mediamente, il tipo di **suolo B** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).* Questo occupa la zona pedemontana e subcollinare simile ad una ristretta fascia zonata. Infatti si migra piuttosto rapidamente dai 360m/s agli 800m/s. La stratigrafia tipo di questo suolo è rappresentata da medi spessori di sedimenti poco consistenti (2-5m) in genere attribuibile a terreni agrari, a detriti sciolti o limi e sabbie poco consistenti ($V_s = 250$ m/s) poggianti su spessori di materiali più consistenti (5-15m) rappresentati da breccie calcaree cementate, detrito calcareo cementato nella zona pedemontana ($V_s = 700$ m/s). Il substrato a comportamento litoide su cui poggiano i sedimenti è rappresentato generalmente da calcari fratturati e mediamente fratturati nella zona posta a Nord ($V_s = 850$ m/s) e da calcari moderatamente fratturati nella zona Sud ($V_s = 950$ m/s).

✚ Velocità da **800 a 1000 m/s (area da arancio chiaro a viola)** che rappresenta il suolo di **tipo 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).* Questo è caratterizzato da spessori minimi di materiali alterati (tra 0,5 e 4m) di solito rappresentati da piroclastiti e/o materiali detritici, sovrastanti materiali più rigidi litoidi di solito rappresentati da calcari compatti, calcari dolomitici compatti e dolomie che costituiscono il substrato litoide,

anche affiorante, principalmente lungo le pendici settentrionali del complesso di Monte S. Angelo ($V_s > 1100$ m/s) e nella parte sommitale della collina di Citola ($V_s \geq 900$ m/s).

5.8.2 Mappa distribuzione delle accelerazioni massime PGA

Il Picco di accelerazione (PGA) corrisponde al picco più alto (in valore assoluto) registrato per l'accelerazione e calcolato per la componente orizzontale del moto; l'accelerazione orizzontale è possibile correlarla, in modo indicativo, con l'intensità



macrosismica risentita. I valori calcolati sono espressi in frazioni (decimi) dell'accelerazione di gravità. Tali valori sono stati calcolati in modo puntuale nelle zone indagate con sondaggi diretti e quindi estrapolati sul territorio comunale come precedentemente descritto. I valori di PGA (Peak Ground

Acceleration), in frazioni di g, sono calcolati in campo libero ed addizionati degli effetti stratigrafici e topografici precedentemente descritti. Le aree con presenza di masse rocciose compatte verso Nord-Est e verso Sud presentano valori bassi di PGA, con presenza di livelli di attenuazione indicati dal colore celeste chiaro; le sfumature di colore azzurro indicano valori di accelerazione, per masse rocciose carbonatiche, alterati per effetto del fattore topografico di pendio ($\text{pendio} > 15^\circ$). L'area indicata dal colore verde presenta valori di accelerazione anche essi alterati per effetto della correzione topografica e per la presenza di coltri di copertura piroclastica potenzialmente instabili

per gravità. L'area indicata dall'intervallo di colore dal giallo scuro al rosso occupa la parte pianeggiante del distretto comunale; i valori di accelerazione sono compresi tra 0.20g e 0.24g. e risultano mediamente più alti rispetto quelli attesi a causa della presenza di locali disturbi geologici (effetti stratigrafici). Le aree delimitate sono le seguenti :

✚ Aree con **valori medio-bassi** di accelerazione da **0.14 a 0.18 g** (**area celeste-azzurro**) confinate unicamente nella parte montuosa e collinare del distretto comunale. In questo campo di variazione ricadono i valori attesi su materiali rigidi con presenza locale di effetti di ordine topografico e stratigrafico. Si localizza principalmente a Sud e a Est del distretto comunale (come del resto indicato nella carta di pericolosità sismica del Gruppo di Lavoro del 'INGV).

✚ Aree con **valori medi** di accelerazione da **0.18 a 0.20 g** (**area verde**) localizzate nella parte pedemontana e subcollinare del distretto comunale. I valori sono generati da un modello stratigrafico composto da una copertura di materiali alterati di spessore ridotto (0.5-3m) poggianti su substrato rigido litoide con presenza di effetti di pendio nella parte più montuosa e spessori di materiali eluviali anche consistenti (2-8m) poggianti su detrito cementato e/o calcari fratturati nella zona pedemontana.

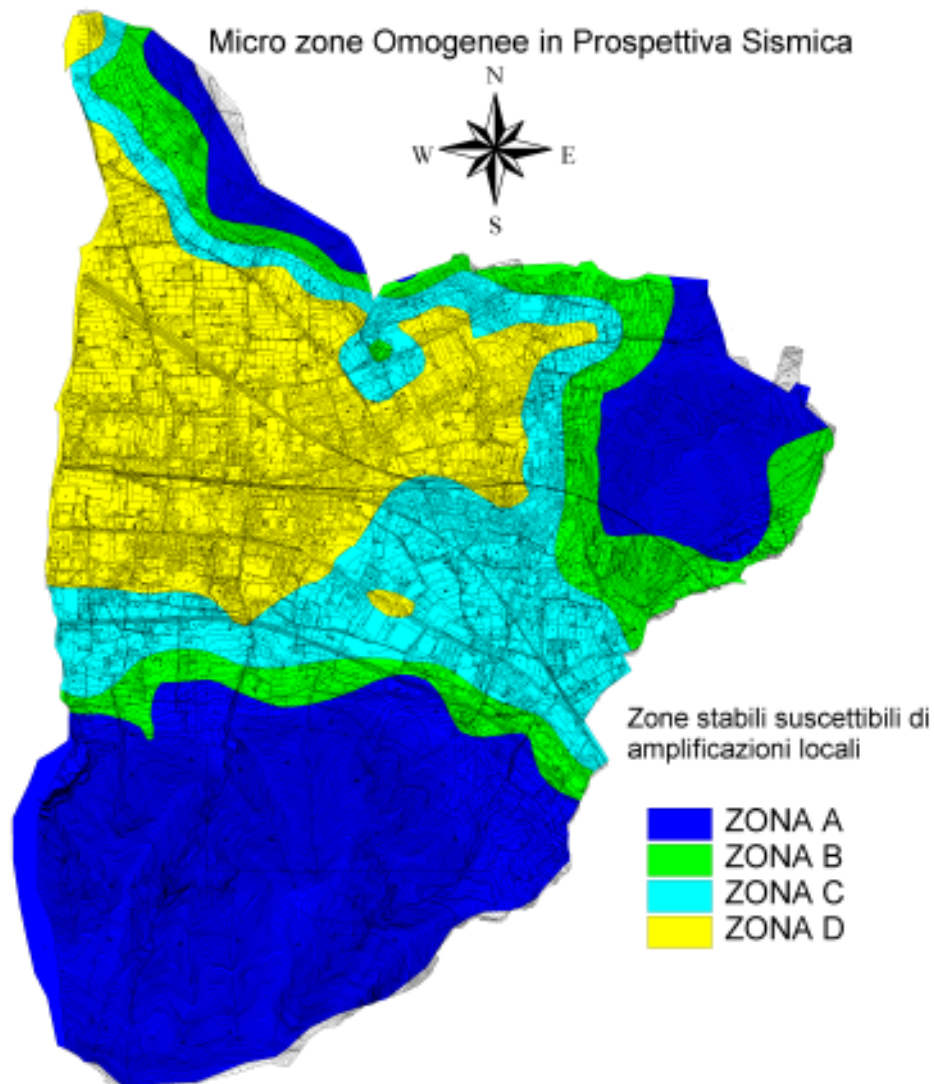
✚ Aree con valori **medio alti** dell'accelerazione da **0.20 a 0.22 g** (**area giallo scuro**) che occupano circa 1/3 della zona pianeggiante del distretto comunale principalmente tra la zona di Camerelle e il Pizzone. Non è stato individuato un substrato a comportamento pseudo litoide è localmente i sedimenti eluviali rimaneggiati a diversi gradi di addensamento generalmente poggiano su tufo grigio a volte litoide; gli spessori sono in media consistenti (tra 10 e 20m) e rappresentativi di materiali limoso sabbiosi, tufi terrosi e ghiaie e ciottoli eluviali. Il substrato pseudo litoide è presumibilmente a profondità comprese tra 40 e 70m.

Aree con **valori alti** di accelerazione da **0.22 a 0.24 g** (**area rosso**) che occupano circa i 2/3 della zona pianeggiante del distretto comunale. Non si è individuato un substrato a comportamento litoide ($V_s > 800$ m/s) o pseudo litoide ($650 < V_s < 800$ m/s). I sedimenti sono rappresentati da forti coperture (>20m) di materiali poco addensati costituiti da piroclastiti a volte argillificate, sabbie di natura vulcanica mediamente

sciolte, ghiaie e breccie carbonatiche, limi e limi sabbiosi poggianti su materiali di poco migliori (tufo grigio localmente litoide: $V_s = 450$ m/s) principalmente nell'area di Pucciani, S. Pietro, S. Maria Maggiore, Taverne, Grotti, Porta Romana fino a nord verso la Starza.; il substrato è presumibilmente a profondità maggiori di 60m.

5.8.3 Mappa delle Microzone omogenee in Prospettiva Sismica (mops)

In funzione delle Pga attese al suolo è stata redatta la carta delle MOPS (Carta Omogenee in Prospettiva Sismica) Delibera Giunta Regionale n°118 del 27/05/2013 dove dispone che lo studio deve essere condotto almeno al livello 1, preliminare ai successivi livelli 2 o 3, quanto definito negli indirizzi e criteri per la Micro zonazione Sismica approvati dal dipartimento della Protezione Civile e dalla conferenza Unificata delle Regioni e delle provincie autonome.



6. CARTOGRAFIA TEMATICA DI SUPPORTO

6.1 Carta Geolitologica

Realizzata per la redazione del P.R.G. nel 1998 prodotta in formato cartaceo in scala 1:5000. Il comprensorio comunale è suddiviso da sei aree litologiche affioranti in superficie.

- **Sedimenti detritici e piroclastici rimaneggiati**, si rinvengono nell'area delimitata a Sud della SS 18 e a Nord – Est dalle pendici di M. Citola e Pizzo Acuto; costituiscono la coltre di terreni superficiali di buona parte del territorio comunale destinato a uso agrario e in parte urbanizzato;
- **Sedimenti sabbioso-limosi**, si estendono dalla linea “Ferrovia NA-PZ” fino a via S. Maria delle Grazie. Costituiscono la coltre di terreni di spessore variabile intorno a due metri e ricoprono alternanze di limi, sabbie, pomice sabbia con ghiaia;
- **Sedimenti piroclastici e suoli ricoprenti conoidi di deiezione o calcari**, corrispondono alle aree terrazzate che da via Lamia, Pareti, Pucciano si spingono fino alle pendici del monte S. Angelo. Se ne rinvengono ampie superfici sulle pendici dello stesso dove le pendenze non superano il 40 %;
- **Sedimenti di sabbia alluvionale con ciottoli alternati a terreni piroclastici**, si rinvengono a Est di via Indipendenza e via della Libertà e a Nord di Iroma, S. Onofrio e S. Maria delle Grazie. Lo spessore è molto vario in senso areale e in senso verticale;
- **Sedimenti ghiaiosi-sabbiosi più o meno cementati alternati con pozzolane e a luoghi paleosuoli**, costituiscono gli affioramenti nelle scarpate e nelle ripe dei valloni di Citola, Tondi Petrarò. La spessore supera i 35 metri raggiungendo nella zona di Petrarò lo spessore di circa 100 metri;
- **Roccia calcareo-dolomitica stratificata e fratturata**, costituisce il monte Citola e Monte la Rocca. Sono rocce di deposito marino stratificate; spesso si rinvengono grossi depositi di calcare compatto, antiche scogliere coralline. Si riscontrano faglie con grosso rigetto a carattere regionale e moltissime fratture che indicano intense vicissitudini tettoniche subite dal territorio;

- **Roccia calcareo-dolomitica intensamente fratturata talvolta carsificata**, costituisce il monte S. Angelo facente parte della catena antiappenninica dorsale estesa nella direzione WSW-ENE . Sono rocce di deposito marino intensamente fratturate e talvolta stratificate; Si riscontrano faglie con grosso rigetto a carattere regionale;

6.2 Carta delle Coperture e degli Isospessori

L'elaborazione della carta in oggetto è stata preceduta da rilevamenti geologici di superficie e da letture stereoscopiche delle foto aeree a disposizione, acquisite presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Nocera Superiore, fornite dall'I.G.M., risalenti al 12/12/1980, nonché delle foto aeree reperite dagli scriventi presso l'ALISUD S.p.a. di Portici (NA), risalenti al 08/07/1984. Inoltre, per quanto concerne gli isospessori, sono stati utilizzati, per la zona sub-pianeggiante del territorio, dati ottenuti dalle varie prove in sito, eseguite nell'ultimo decennio e dalla bibliografia tecnica e sperimentale consultata.

Pertanto, l'elaborato è stato redatto dividendo le coperture piroclastiche dei bacini di Nocera Superiore, che coprono il substrato carbonatico in base al loro spessore (in metri) con tre diversi colori.

Con il colore verde è rappresentata la roccia carbonatica affiorante, talora con sacche isolate di copertura piroclastica e/o vegetazionale, di spessore max 0,50 metri;

Il colore marrone chiaro raggruppa le zone dei versanti carbonatici con una copertura piroclastica e/o detritica compresa tra 0,5 e 1,00 metro;

Il colore marrone scuro raggruppa le zone dei versanti carbonatici con una copertura piroclastica e/o detritica compresa tra 1,00 e 6,00 metri.

Per la zona pedemontana, nonché per quella pianeggiante del territorio comunale sono state costruite le isolinee che costituiscono il luogo dei punti aventi lo stesso spessore (in metri) di depositi sciolti ed incoerenti (piroclastici e/o alluvionali) poggianti sul tufo grigio (Ignimbrite Campana). Dalla lettura degli isospessori, si evince, pertanto, che, a partire dai rilievi carbonatici dei Monti Lattari e procedendo verso il centro della piana, fino al Monte Castello, diminuisce la profondità della formazione tufacea.

Si ritiene opportuno precisare che quanto riportato in merito agli isospessori è fondato su dati certi ed inconfutabili, desunti da sondaggi meccanici diretti, a scopo

geognostico, eseguiti in occasione dell'adeguamento del P.R.G. di Nocera Superiore al P.U.T. della Penisola Sorrentino-Amalfitana.

6.3 Carta Geomorfologica

Per la morfologia si è considerata la cartografia redatta dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale visto che sia i rilevamenti geologici di superficie effettuati che le letture stereoscopiche delle foto aeree a disposizione confermano quanto prodotto. Dalla Carta geomorfologica sono stati evidenziati:

conoide colluviale;	tallus detritico;
ripiano intermedio montuoso	sella;
conoide detritico alluvionale;	piana alluvionale.
conoide detritico alluvionale quiescente;	versante fluvio denudazionale;
crinale montuoso;	versante di faglia evoluto;
vallecola colluvionale;	versante di faglia poco evoluto;
vallecola a V;	scarpata di faglia;
fosso;	nicchia di distacco-transito e cumulo;

6.4 Carta Clivometrica

Questa Carta è stata redatta per la parte di territorio interessata dai rilievi montani e collinari. L'area interessata è stata divisa in 3 diverse classi di inclinazione dei versanti, contrassegnate con tre diversi colori:

- colore rosso indica versanti con inclinazione maggiore di 30°;
- colore giallo indica versanti con inclinazione compresa tra 20° e 30°;
- colore verde indica la zona pedemontana e di versanti con inclinazione minori di 20°.

La elaborazione di tale cartografia tematica è stata ritenuta necessaria ed indispensabile in quanto è noto che colate rapide di fango si possono innescare lungo versanti con inclinazioni maggiori di 30°, impostati su substrato lapideo che presenti una copertura di sedimenti sciolti (costituita da terreno vegetale, suoli sepolti, piroclastiti, substrato alterato) non ancorati al substrato e di spessore variabile.

6.5 Carta Idrogeologica

Realizzata per la redazione del P.R.G. nel 1998 prodotta in formato cartaceo in scala 1:5000 finalizzata anche alla individuazione delle aree suscettive di incrementi sismici dovuti alla falda freatica negli strati superficiali.

L'area interessata è stata divisa in 4 complessi idrogeologici:

- **Complesso sabbioso-limoso-ghiaioso**, costituito da depositi alluvionali incoerenti a granulometria variabile e da depositi limosi palustri intercalati a copertura eluviali nella zona di pianura con **permeabilità per porosità variabile da bassa a media in relazione alla granulometria dei depositi**;
- **Complesso piroclastico**, costituito da material piroclastici sciolti risedimentati ed in parte argillificati misti a terreni humificati costituenti la coltre superficiale delle conoidi di deiezione dell'area pedemontana e della fascia dell'area pianeggiante dalla strada SS 18 alla trincea della ferrovia dello stato con **permeabilità bassa per porosità**;
- **Complesso sabbioso conglomeratico**, costituito da successione di detriti di falda e conoidi di deiezione più o meno cementati a granulometria limo-sabbiosa, osservabili nelle scarpate dei valloni con **permeabilità per porosità variabile da bassa a media in relazione alla granulometria dei depositi**;
- **Complesso carbonatico**, costituito da rocce carbonatiche prevalentemente calcaree costituenti il massiccio del monte Sant'Angelo e monte Citola a **permeabilità altissima per fatturazione**.

6.6 Carta delle isofreatiche

Realizzata per la redazione del P.R.G. nel 1998 prodotta in formato cartaceo in scala 1:5000 e redatta sulla base di misurazioni piezometriche del livello statico da n°35 pozzi d'acqua destinati principalmente a scopi irrigui e industriali. Misurazione effettuate nel mese di marzo dell'anno 1997.

Tale carta ricostruisce attraverso le isofeatriche con quota riferita al livello medio marino, l'andamento del deflusso delle falde idriche.

6.7 Carta della stabilità

E' stata ottenuta principalmente dalla sovrapposizione degli elementi tecnici desumibili dalla Carta Clivometrica, dalla Carta delle Coperture e degli isospessori e dalla carta geolitologica.

✚ Zone potenzialmente instabili

Sono quelle aree con inclinazioni maggiore di 30° costituite da calcari nudi degradati superficialmente con giacitura a chinapoggio.

✚ Zone potenzialmente instabili per fenomeni di assestamento gravitativi nei terreni superficiali

Sono quelle aree dove è presente materiale sciolto a copertura, piroclastico misti a terreni humificati, delle rocce carbonatiche di spessore variante da 1.00 m a 2.00 m.

La carta realizzata è pienamente concordante con quanto già riportato nella relativa cartografia del nuovo piano stralcio per l'assetto idrogeologico, adottato dall'autorità di Bacino della Campania Centrale e pubblicato sul *BURC n° 49 del 01.08.2011 e successive modifiche*.

6.8 Carta della stabilità distribuita

Per maggiore dettaglio sulla stabilità del versante è stata eseguita anche l'analisi di stabilità distribuita del versante condotta con l'impiego del codice di calcolo **SHALSTAB** per confermare le aree instabili definite nello studio precedente.

SHALSTAB (Dietrich et al, 1992, 1994) utilizza un modello idrologico per stimare l'altezza relativa della falda sospesa, dato di ingresso insieme ai parametri geotecnici e alla forma del pendio nella formula del pendio indefinito di seguito riportata:

$$\gamma_s g z \sin \beta \cos \beta = C + [\gamma_s g z \cos^2 \beta - \gamma_w g h \cos^2 \beta] \tan \phi$$

Secondo tale formulazione la condizione di innesco di un fenomeno franoso e' controllata da 6 parametri:

· parametri geomeccanici del terreno: coesione c , angolo di attrito ϕ e densità relativa γ_s ;

· inclinazione β della superficie di rottura (che si assume coincida con la pendenza topografica e la direzione delle linee di deflusso ipodermico)

· altezza h della falda sospesa, e spessore di suolo z .

Il modello idrologico stima in ogni punto del versante l'altezza relativa della falda (h/z), assumendo che · tutta la "precipitazione efficace" q (risultato della precipitazione P), proveniente da monte, raggiunga il punto dato;

· la quantità d'acqua in ingresso sia equilibrata dalla quantità d'acqua in uscita (condizione di stato stazionario).

Date queste condizioni di partenza, in ogni punto del versante l'altezza relativa della falda (h/z) è stimabile con la seguente espressione

$$h/z = (q/T) (a/b) / \sin \beta$$

dove q = tasso di alimentazione verticale alla falda, T = trasmissività del terreno, a/b = area di drenaggio unitaria.

Questa relazione formalizza due concetti:

§ la quota della falda e' tanto piu' elevata quanto maggiore e' l'area sottesa a monte

§ la quota della falda e' inversamente correlata al gradiente topografico

Nell'ipotesi di coesione nulla, applicando la falda così definita al modello del pendio indefinito si ottiene:

$$q/T = (\gamma_s/\gamma_w) (1 - \text{tg } \beta / \text{tg } f') \sin \beta (a/b)$$

L'equazione esprime la suscettività al dissesto in termini di un indice, il q/T CRITICO, a differenza dei metodi tradizionali, i quali utilizzano il fattore di sicurezza FS. Il valore critico di FS è determinato dal rapporto fra forze destabilizzanti e le forze resistenti del complesso suolo-vegetazione: quando FS e' minore o uguale a 1, significa che le forze agenti sono sufficienti a generare la rottura del terreno. Pertanto il valore-soglia associato all'instabilità è definito univocamente.

Questo non avviene nella definizione del q/T critico, il quale viene invece calibrato sulla base di inventari di fenomeni franosi. Infatti, il q/T CRITICO e' il rapporto fra la "precipitazione efficace" q e la trasmissività T del terreno in un dato punto, necessario (a parità di parametri geomeccanici) per innescare una frana.

Un valore di q/T critico basso, significa che e' sufficiente una pioggia (q) modesta per innescare la frana, pertanto risulta piu' elevata la suscettivita' al dissesto.

Al contrario, un valore di q/T critico elevato, significa che e' necessaria una pioggia (q) di intensità superiore per innescare rottura; di conseguenza la suscettività al dissesto risulta più bassa.

I valori di q/T critico sono indicatori "relativi" di propensione al dissesto, e non assoluti. In altre parole, mentre nel caso dei metodi tradizionali, abbiamo come riferimento il $FS = 1$ come valore-soglia di instabilità, l'indice q/T rappresenta invece una scala relativa, all'interno della quale ignoriamo, "a priori", il valore di soglia critico.

Dobbiamo ricavare questo valore-soglia da inventari attendibili del dissesto a scala

regionale. Laddove la qualità di tali inventari risulta insufficiente, viene a mancare la possibilità di calibrare la scala di suscettività al dissesto, e quindi il modello.

Ricapitolando, l'applicazione di Shalstab necessita di:

§ un modello digitale del terreno, per calcolare il gradiente topografico (b), e l'area di drenaggio unitaria (a/b)

§ dati geomeccanici rappresentativi della coltre colluviale superficiale;

I parametri geotecnici per l'elaborazione sono stati presi da quanto emerso dagli studi scientifici di Cascini e Cuomo (2004) condotti su coltri di terreno piroclastico campane sede di fenomeni di instabilità evoluti in colate detritiche di fango si è risalito alle caratteristiche geotecniche dei litotipi interessati .

	γ_d (kN/m^3)	γ_{sat} (kN/m^3)	n (-)	k_{sat} (m/s)	c' (kPa)	ϕ' ($^\circ$)	ϕ^b ($^\circ$)
Cinerite A	7.30	13.1	0.58	10^{-5}	4.7	32	15 ÷ 30
Pomice	6.20	13.1	0.69	$10^{-5} \div 10^{-3}$	0	37	15 ÷ 30
Cinerite B	9.10	15.7	0.66	10^{-6}	4.7	32	15 ÷ 30

Dalla cartografia prodotta si evince che le aree instabili che con precipitazione di forte intensità, in legenda di **colore rosso** e **colore giallo**, possono produrre delle colate di fango sono localizzate lungo gli impluvi naturale dei versanti rispecchiando quando prodotto dall'Autorità di bacino di competenza, Campania Centrale.

7. ASPETTI CONCLUSIVI

L'area comunale di **Nocera Superiore**, studiata per una estensione di circa 14,6 km², è classificata, secondo l'ordinanza OPCM 3274 del marzo 2003 e successive modifiche, come **zona 2** a media sismicità con valori attesi di accelerazione massima compresi tra **0,15g e 0,25g**. (*0,100g- 0,150g con eccedenza del 10% in 50 anni OPCM 3519 del 28.04.2006*) per suoli rigidi di tipo litoide.

Le indagini geologiche condotte non hanno permesso una classificazione omogenea di categoria di suolo data la varietà litologica dei sedimenti. La stratigrafia media è costituita da alternanze di materiali di origine alluvionale (piroclastiti argillificate, sabbie limose, limi sabbiosi, sabbie e ghiaie, detriti sciolti) poggianti su banchi di tufo grigio, a volte litoide, nella parte pianeggiante del distretto; i materiali più rigidi a comportamento litoide sono ascrivibili alla serie calcareo-dolomitica che si rinvencono sia in affioramento e sia sottoposti ai sedimenti terrigeni nella parte meridionale e orientale del distretto comunale.

La microzonazione dell'area comunale si è ottenuta dall'analisi delle distribuzioni statistiche dei valori di PGA, seguendo un approccio basato su **Metodi Indiretti** cioè sulla modellazione numerica di specifiche situazioni ben caratterizzate geometricamente e meccanicamente, tramite rilievi specifici e accurate indagini geologiche e geologico-tecniche in sito.

L'accelerazione massima orizzontale al suolo in campo libero (**PGA**) con variazione tra **0,14g e 0,24g**, calcolata con tecniche di interpolazione spaziale (metodologia Kriging) ha permesso di delimitare 4 zone a diverso livello di scuotimento variamente distribuite nell'area comunale:

La **prima Zona** con accelerazione da **0.14 a 0.18 g** generata da un modello stratigrafico che prevede una copertura di materiali morbidi di minimo spessore ($\leq 4\text{m}$) poggianti su materiali rigidi appartenenti al substrato litoide. In questo campo di variazione ricadono i valori attesi su materiali rigidi con presenza di problemi principalmente di ordine topografico. Si localizza principalmente a Sud e a Est del distretto comunale nella parte montuosa (complesso di Monte S. Angelo) e collinare (Citola).

La **seconda Zona** con accelerazione da **0.18 a 0.20 g** generata da un modello stratigrafico composto da una copertura di materiali eluviali di spessore medio (4-12m) poggianti su substrato rigido o pseudo litoide con possibili fenomeni di innesco di frane da crollo per effetto topografico principalmente nelle zone submontagnose e pedemontane. Questo campo di valori attesi occupa la parte del territorio comunale esterna al nucleo abitato.

La **terza Zona** con accelerazione da **0.20 a 0.22 g** dovuta a materiali morbidi (piroclastiti argillificate, limi sabbiosi, sabbie ghiaiose) di spessore medio ($>5\text{m}$) poggianti su materiali mediamente addensati con spessori medio alti ($>10\text{m}$) su materiali più addensati (tufo grigio) di forte spessore ($>20\text{m}$); il substrato rigido o pseudo litoide è presumibilmente a profondità maggiori di 40m. tale zona occupa circa 1/3 del territorio comunale nelle aree pianeggianti principalmente verso Camerelle, Uscioli, Pizzone, Lamia e come contorno delle aree pedemontane.

La **quarta Zona** con accelerazione da **0.22 a 0.24 g** dovuta a materiali morbidi di forte spessore ($>12\text{m}$) poggianti su materiali di poco migliori con spessore medio superiore ai 20m poggianti su materiali mediamente addensati (tufo grigio); il substrato è presumibilmente a profondità maggiori di 70m. e questi valori in effetti si localizzano su circa i 2/3 della zona pianeggiante del distretto comunale principalmente in località Pucciani, S. Pietro, S. Maria Maggiore, Taverne, Grotti, Porta Romana fino a nord verso la Starza.

Da sottolineare, che le caratteristiche geotecniche scaturite dalle analisi di laboratorio, dalle prove penetrometriche dinamiche del tipo SPT (Standard penetration test) eseguiti nei fori di sondaggi, dalle prove penetrometriche dinamiche del tipo pesanti, DPSH, non possono soddisfare le problematiche per i singoli interventi dove occorrono analisi approfondite sia di carattere geologico-tecnico che sismico del volume significativo dell'area di sedime.

Infine, per l'utilizzo delle aree in funzione della stabilità dei versanti si rimanda alla Cartografia tematica ed alle Norme Tecniche di Attuazione dell'Autorità di bacino Campania Centrale, di cui all'articolo n°1 del D.M. 180/98 e successive Norme.

Sulla base della presente relazione corredata da grafici ed allegati considero esaustiva lo studio Geologico e rimango a disposizione per eventuali chiarimenti e delucidazioni.

IL GEOLOGO

Dr. Giuseppe D'Amore

9. BIBLIOGRAFIA

- Carte di rischio frane e idraulico per la salvaguardia del "Piano Straordinario per la Rimozione delle Situazioni a Rischio più Alto", dell'Autorità di Bacino Regionale del Sarno (ex Legge 226/99)
- " CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (FOGLIO N.° 185 - SALERNO e N° 197 - AMALFI)
- Italo Sgrosso - "Note illustrative della carta geologica d'Italia in scala 1:100000, fogli 185 e 197, Salerno e Amalfi" - Servizio Geologico d'Italia - Roma - 1971
- Pietro Celico - "Idrogeologia dell'Italia Centro - Meridionale" - QUADERNI DELLA CASSA PER IL MEZZOGIORNO, 1983
- Gaetano Giordano - "Amplificazione sismica locale nel territorio comunale di Nocera Superiore" – 1997
- Carta delle coperture e isospessori realizzato per la ripermetrazione del rischio idrogeologico – gruppo di lavoro Geol. Ferrentino – Ing. Villani – Ing. Dantimo e Geol. D'Amore
- Carta clivometrica realizzato per la ripermetrazione del rischio idrogeologico – gruppo di lavoro Geol. Ferrentino – Ing. Villani – Ing. Dantimo e Geol. D'Amore
- Carta Geolitologica del territorio del comune di Nocera Superiore allegata al PRG di Nocera Superiore (SA)
- Carta Idrogeologica del territorio del comune di Nocera Superiore allegata al PRG di Nocera Superiore (SA)
- Carta delle isofeatriche del territorio del comune di Nocera Superiore allegata al PRG di Nocera Superiore (SA)
- AMBRASEYS, N.N., K.A. SIMPSON e J.J BOMMER (1996). Prediction of horizontal response spectra. *Europe. Earth. Eng. Struct. Dyn.*, 25:371-400.
- BOSCHI E., FERRARI G., GASPERINI P., GUIDOBONI., SMRIGLIO G. &

- VALENISSE G. (2000): *Catalogo dei Forti Terremoti Italiani dal 461 a. C. al 1997*.
- Annali di Geofisica, 43 n° 4, 609-868
- CRESPELLANI T. (1998): *Effetti di sito e fenomeni di instabilità indotti dai terremoti nei depositi e nei pendii*. In ingegneria geotecnica nelle aree sismiche, a cura di Teresa Crespellani, Carlo Tasso – Udine Editore, 1-24
- GRUPPO DI LAVORO CPTI (1999): *Catalogo parametrico dei terremoti italiani*.
- ING, GNDT, SSN, Bologna, pp. 92
- IDRIS J. e SUN J.I. (1992): *SHAKE91 – A computer program for conducting equivalent linear seismic response analysis of horizontally layered soil deposits*.
- Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis.
- INGV (2004): *Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suolo molto rigidi*. <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>
- KRAMER, S.L., *Geotechnical earthquake engineering*. Prentice-Hall International Series in Civil Engineering and Engineering Mechanics, 1996.
- MARCHETTI E., RIPEPE M., PICONE C. R. , CASAGLI N. (2003): *Studio degli effetti di sito nel Bacino del Mugello (FI)*. AIGA – 1° Convegno Nazionale
- MAUGERI M. CARRUBBA P., FRENNA S.M. (1988): *Frequenze e modi di vibrazione dei terreni eterogenei*. Rivista Italiana di Geotecnica n.3.
- MELETTI C., MONTALDO V., 2007. Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1
- ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI (2003): *Primi*

- *elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*
Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003
- SABETTA F. PUGLIESE A. (1996): *Estimation of response spectra and simulation of non stationary earthquake round motion.* Bull.Seis.Soc. of America, vol. 86, n° 2, pp337-352
- T. Sanò : *Influenza Di Alcuni Parametri Sull'amplificazione Sismica A San Giuliano Di Puglia (Cb).* GNGTS – Atti del 23° Convegno Nazionale 2004
- COMMISSIONE TECNICO SCIENTIFICA REGIONE CAMPANIA (2006): *Linee guida finalizzate alla mitigazione del rischio sismico*