COMUNE DI CALVIZZANO
Città Metropolitana di Napoli

PIANO URBANISTICO COMUNALE
(aggiornato ai sensi della deliberazione di C.S. n°12 del 13/02/2020)

Studio Geologico – Tecnico

RG01 – Relazione tecnico - illustrativa

Studio di Geologia Tecnica
dott. geol. Ugo Ugati
viale mons. Luigi Di Liegro, 1
80045 – Pompei (NA)
tel/fax 081.8599053
cell. 335.6741386
e-mail: geougo@libero.it
p.e.c.: studio.ugati@epap.sicurezzapostale.it

Redazione	Verifica	Approvazione
dott. geol. Antonio Zerella	*dott. geol. Ugo Ugati*	*dott. geol. Ugo Ugati*

Il geologo
dott. Ugo Ugati

La Commissione Straordinaria
dott. Gerardo Quaranta
dott. Francesco Prencipe
dott. Luca Rotondi

Collaborazione
dott. geol. Antonio Zerella

Il Responsabile del Procedimento
ing. Giovanni Ferrante Cavallaro

Febbraio 2020

1. INDICE

1. INDICE 2

2. PREMESSA 3

3. RIFERIMENTI NORMATIVI 7

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 11

5. CARTOGRAFIA TEMATICA 15

6. PERICOLOSITA' SISMICA 40

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 46

8. CONCLUSIONI 47

9. BIBLIOGRAFIA 49

2. PREMESSA

Lo Scrivente è stato incaricato dal Comune di Calvizzano (NA) di redigere lo studio geologico – tecnico del Piano Urbanistico Comunale, giusta Determinazione del Responsabile Settore Edilizia/Urbanistica – S.U.A.P. – Commercio – arch. Elena Biagia Mucerino – n°393 del 15/10/2019 rettificata con Determinazione n406 del 24/10/2019. Lo studio di cui trattasi segue simile attività che lo Scrivente ha svolto precedentemente, sempre per la redazione del PUC negli anni 2007 e 2017, attività svolte per conto del prof. ing. Renato Cristiano, che però non hanno mai concluso l'iter di approvazione definitiva dello strumento urbanistico complessivamente. Pertanto la base di partenza di questo studio rimane quello del 2007, integrato con i dati scaturiti dagli studi di microzonazione sismica, da portare a termine entro la fine del mese di novembre 2019.

Foto 1. Il centro di Calvizzano come si presenta dal confine con il comune di Marano a sud.

Il presente studio geologico – tecnico è parte integrante dell'intero Piano Urbanistico Comunale presentato, in questa fase, come proposta definitiva, ove sono state dettagliate, rispetto alla precedente fase preliminare, gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici, tenendo conto oltretutto, in merito alla

tematica della difesa suolo, del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'ex Autorità di Bacino della Campania Centrale (ad oggi quest'ultima ex Autorità risulta accorpata all'interno del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale che ha competenza su tutto il territorio comunale di Calvizzano). Inoltre, ottemperando alla normativa nazionale vigente, che sarà decritta nel paragrafo successivo, lo studio è stato volto anche ad effettuare la zonazione sismica del territorio, come da normativa vigente (L.R. 9/83 e ss.mm.ii.).

In sintesi, lo studio definitivo di cui trattasi fornisce un quadro conoscitivo di dettaglio rispetto alle diverse tematiche, in modo tale da consentire la futura pianificazione del territorio nella piena compatibilità geologica, geomorfologica e sismica, ovvero ambientale, per gli aspetti del suolo e sottosuolo, più in generale.

Il presente elaborato è stato redatto per ottemperare ad una serie di normative regionali e nazionali in materia di difesa suolo, in particolare, lo studio geologico – tecnico si rende necessario per verificare la compatibilità del territorio con le eventuali trasformazioni proposte.

Di conseguenza, per quanto riguarda la normativa in materia di difesa suolo lo studio geologico – tecnico di cui trattasi ha tenuto conto delle Norme del già citato P.S.A.I., ovvero le Norme di Attuazione del P.S.A.I. delle ex AdB Campania Centrale.

In materia sismica, come verrà specificato nei prossimi paragrafi, ci si riferisce alle Norme in materia vigenti.

Per la stesura del presente studio si è fatto riferimento inoltre a studi pubblici pregressi condotti sul territorio comunale ed a dati geognostici, geologici, geotecnici, geomorfologici ed idrogeologici provenienti da altri studi comunali e/o sovracomunali, revisionati criticamente con il rilevamento in situ e tramite la consultazione di numerose pubblicazioni scientifiche. I dati di cui sopra si riferiscono a:

- Indagini geologiche e geognostiche per lo studio geologico – tecnico del P.R.G. – anno 1987;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'ex Autorità di Bacino della Campania Centrale – anno 2015;
- Piano di Tutela Acque redatto dall'ex Autorità di Bacino Nord – Occidentale della Campania – anno 2004;

- indagini geognostiche eseguite per l'adeguamento sismico del P.R.G. (ai sensi del D.G.R.C. n°5447/2002, dell'O.P.C.M. n°3274/2003 e del D.G.R.C. n°816 del 17/06/2004) – anno 2006;

Le norme nazionali e regionali (D.M. 17/01/2018, L.R. 16/2004, P.S.A.I., ecc.) intervenute nel corso degli anni ad oggi hanno reso necessario l'adeguamento dello studio geologico – tecnico precedente.

Il presente studio è stato mirato quindi ad approfondire lo studio del passato P.R.G. ed è stato redatto effettuando una serie di sopralluoghi ed un ulteriore attento rilevamento geologico e geomorfologico, consentendo di rilevare le litologie affioranti e le eventuali caratteristiche morfologiche del territorio comunale, nonché le eventuali modifiche del grado di urbanizzazione e/o sconvolgimenti morfologici significativi.

A questa fase è seguita la raccolta dei dati relativi alle indagini geognostiche prese a riferimento eseguite all'interno del territorio comunale in questione ed ampiamente descritte e catalogate all'interno dell'elaborato RG02 – Indagini geognostiche di riferimento.

La sostanziale semplicità geologica e geomorfologica (vedi carte tematiche specifiche) del territorio consente di focalizzare l'attenzione del presente studio sugli aspetti sismici e di uso suolo, intesi come analisi delle modeste aree pericolose (idrauliche e frane), nonché ha consentito di elaborare grafici ed allegati in un tempo relativamente breve.

Il presente studio geologico – tecnico definitivo si compone dei seguenti elaborati:

- RG01. Relazione tecnico – illustrativa;
- RG02. Indagini geognostiche di riferimento:
- G1. Corografia in scala 1:25.000;
- G2. Stralcio aerofotogrammterico in scala 1:5.000;
- G3. Carta con ubicazione delle indagini geognostiche in scala 1:5.000;
- G4. Carta geolitologica in scala 1:5.000;
- G5. Sezioni geolitologiche in scala lunghezze 1:2.000 e in scala altezze 1:1.000;
- G6. Carta idrogeologica in scala 1:5.000;
- G7. Carta geomorfologica e delle pendenze in scala 1:5.000;

- G8. Carta della pericolosità da frana in scala 1:5.000;
- G9. Carta del rischio da frana atteso in scala 1:5.000;
- G10. Carta della pericolosità idraulica in scala 1:5.000;
- G11. Carta del rischio idraulico atteso in scala 1:5.000;
- G12. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (M.O.P.S.) in scala 1:5.000.

Le carte tematiche sopra elencate sono state restituite ad una scala consona in linea con la normativa di settore, ad esclusione degli elaborati G1 e G5 per ovvie esigenze grafiche.

La riorganizzazione di tutti i dati geologico – tecnici recuperati presso gli Enti consultati ha anche lo scopo, da non ritenersi secondario, di poter essere facilmente esaminati per la progettazione preliminare di opere pubbliche e private, partendo dal presupposto che per tale fase di progettazione può essere utile fare riferimento ai dati bibliografici, mentre durante la fase definitiva è opportuno predisporre un'adeguata campagna d'indagini, consentendo all'Amministrazione Comunale e/o al soggetto privato, nel caso di opera pubblica ad esempio, un sostanziale risparmio di risorse economiche durante le fasi preliminari di progettazione ed, in tal modo, approfondendo nelle fasi successive le attività delle indagini geognostiche, così come previsto anche dalla normativa vigente.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente studio geologico – tecnico è stato redatto per ottemperare all'art.23, comma 2, lettera i) della L.R. n°16/04 ovvero: " Il PUC, in coerenza con le disposizioni del PTR e del PTCP: … assicura 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", nonché ai sensi dell'art.23, comma 9 "*Fanno parte del PUC i piani di settore riguardanti il territorio comunale, ivi inclusi i piani riguardanti le aree naturali protette e i piani relativi alla prevenzione dei rischi derivanti da calamità naturali e …*".

In particolare l'analisi geologico – tecnica di cui al presente lavoro professionale ottempera alla Delibera di Giunta Regionale n°214 del 24/05/2011 dell'Area Generale di Coordinamento n°16 – Governo del Territorio, Tutela Beni, Paesistico – Ambientali e Culturali – REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO – pubblicato sul BURC n°53 del 08 agosto 2011.

Al fine di ottemperare alle indicazioni di cui sopra lo studio geologico – tecnico deve tenere in debito conto di una serie di normative nazionali prima e regionali poi. Per quanto riguarda la normativa nazionale ci si deve riferire alle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti il 17 gennaio 2018 e pubblicate sul Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n°42 del 20 febbraio 2018. In particolare ci si riferisce al paragrafo 6.12. – Fattibilità di opere su grandi aree – ove le stesse Norme recitano: "*Le presenti norme definiscono i criteri di carattere geologico e geotecnico da adottare nell'elaborazione di piani urbanistici e nel progetto di insiemi di manufatti e interventi che interessano ampie superfici,…*"

La normativa regionale di riferimento, invece, in materia di prevenzione dal rischio sismico, ha attualmente il proprio fulcro nella Legge Regionale n°9 del 7 gennaio 1983 e ss.mm.ii.– "*Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico*" – pubblicata sul BURC n°8 del 26 gennaio 1983 ancora pienamente in vigore, almeno per quanto riguarda gli studi geologici allegati alle pianificazioni comunali ed attuative.

In particolare, per gli obbiettivi dell'incarico in questione, le disposizioni normative devono far riferimento al Titolo II, artt. 11, 12 e 15 della Legge Regionale n°9/83, ovvero alle modalità di formazione, revisione ed adeguamento degli strumenti urbanistici generali e loro varianti; i medesimi articoli stabiliscono il contenuto degli elaborati geologici allegati alla pianificazione urbanistica.

A tal proposito è opportuno ricordare che, dopo i fatti luttuosi di San Giuliano di Puglia del 31/10/2002, la Regione Campania, in virtù delle deleghe in materia, ha legiferato, emanando una nuova classificazione sismica regionale, ed attribuendo al territorio comunale di Calvizzano la Seconda Categoria Sismica.

Pertanto rimanendo nell'ambito della L.R. 9/83, tuttora vigente per la parte urbanistica, si citano i dettami normativi di Ns. interesse.

L'articolo 11 – Strumenti urbanistici generali – stabilisce al comma 1, che prima della formazione, revisione ed adeguamento degli strumenti urbanistici generali e loro varianti, ogni Comune della Regione Campania dichiarato sismico o ammesso a consolidamento, è tenuto a predisporre indagini geologico – geognostiche, ai fini della prevenzione del rischio. I risultati delle indagini, prescritte dal presente articolo, ai sensi del secondo comma del medesimo, devono reperire dati per la compilazione delle seguenti carte:

- Carta geolitologica;
- Carta della stabilità;
- Carta idrogeologica;
- Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica.

Il terzo ed ultimo comma, sempre dell'art. 11, prescrive che la base cartografica, delle carte elaborate, deve essere in scala 1:5000 o maggiorata in base ad esigenze particolari ed inoltre prescrive che le previsioni urbanistiche degli strumenti generali non possono prescindere dai risultati delle suddette indagini.

L'articolo 12 – Contenuti delle carte – detta le direttive prescrittive per la compilazione della relazione generale illustrativa e dei suoi allegati costituiti dalla Carta geolitologica, dalla Carta della stabilità, dalla Carta idrogeologica e dalla Carta della Zonazione del territorio comunale in prospettiva sismica. La relazione illustrativa e le carte, compilate dal geologo, sono propedeutiche alla redazione del progetto dello strumento urbanistico e una volta compilate vanno consegnate

al progettista incaricato, il quale non può assolutamente prescindere dalle risultanze delle indagini trascritte nella relazione generale e nelle carte.

In merito poi alla carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica, con Delibera di Giunta Regionale n°118 del 27/05/2013, pubblicata sul BURC n°29 del 03/06/2013 si stabiliva che: "*… Le Carte della zonazione del territorio in prospettiva sismica (art. 12 legge regionale n. 9 del 1983) dovranno essere redatte come definito negli standard ICMS 2008 (Carta delle MOPS - Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, livello 1)*".

L'art.8.della medesima Delibera cita infatti "Il rilascio di pareri sugli strumenti urbanistici di cui all'art. 15 della legge regionale n. 9 del 1983, e relativi al precedente punto 7., dovrà prevedere la verifica che le Carte della zonazione del territorio in prospettiva sismica (art. 12 legge regionale 9/1983) siano state redatte come definito negli standard ICMS 2008 (Carta delle MOPS - Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, livello 1), con adeguamento della normativa tecnica regionale ai criteri generali ICMS 2008 a valenza nazionale;"

L'articolo 15 al comma 1 (L.R. 9/83) stabilisce che le responsabilità per l'osservanza delle norme sismiche relative agli strumenti urbanistici ricadono nei limiti delle rispettive competenze sul geologo e sul progettista. Le stesse responsabilità ricadono su coloro che concorrono a modificare, in sede di adozione, lo strumento urbanistico. Il medesimo art. 15, al secondo comma, prevede poi che il parere dell'Organo tecnico consultivo sugli strumenti urbanistici dei comuni dichiarati sismici sostituisce quello di cui al primo comma dell'art.13 della Legge n°64 del 1974. Tale parere, obbligatorio e vincolante, è richiesto ai fini della verifica di compatibilità delle previsioni degli strumenti urbanistici generali e particolareggiati, e loro varianti, con le condizioni geomorfologiche del territorio; La mancanza del parere sismico rende illegittimo lo strumento urbanistico.

In virtù della normativa nazionale, prima, e regionale dopo, il Comune di Calvizzano si è dotato del presente studio geologico – tecnico inteso come strumento propedeutico alla revisione di tutta la pianificazione territoriale di propria competenza.

Per quanto riguarda la normativa regionale è opportuno ricordare che la redazione del presente studio geologico – tecnico tiene conto delle indicazioni

previste dalla L.R. n°16 del 22 dicembre 2004 – Norme sul governo del territorio – ed in particolare alle disposizioni fissate per la redazione del piano urbanistico comunale, inerenti l'analisi degli aspetti ambientali in generale, nonché dell'assetto geologico e geomorfologico del territorio comunale, ottemperando, così all'intero impalcato normativo di riferimento.

Infine, viste le condizioni morfologiche ed idrauliche del territorio comunale di Calvizzano, il presente studio geologico – tecnico affronta anche gli aspetti legati, quindi, al rischio idrogeologico ed alla stabilità del territorio, ottemperando in tal modo, come già specificato in premessa, alle Norme di Attuazione del P.S.A.I. della ex AdB Regionale della Campania Centrale, adottato dal Comitato Istituzionale con Delibera n.1 del 23/02/2015, e pubblicato sul B.U.R.C. n.20 del 23/03/2015 e da tale data vigente.

Ad oggi l'ex AdB della Campania Centrale è stata accorpata, come già specificato in premessa, all'interno del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale che è l'Ente pianificatore che ha competenza in materia di difesa suolo su tutto il territorio di Calvizzano.

L'esame degli aspetti legati al rischio idrogeologico, quindi, completa l'analisi prevista dalla stessa L.R. n°16/04 e s.m.i.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di Calvizzano si estende sulla fascia di raccordo tra le falde settentrionali della collina dei Camaldoli e la Piana Campana; lungo la direttrice est – ovest il territorio è pressoché pianeggiante, mentre lungo la direttrice nord – sud degrada dolcemente dalla quota di 150 metri alla quota di 110 metri.

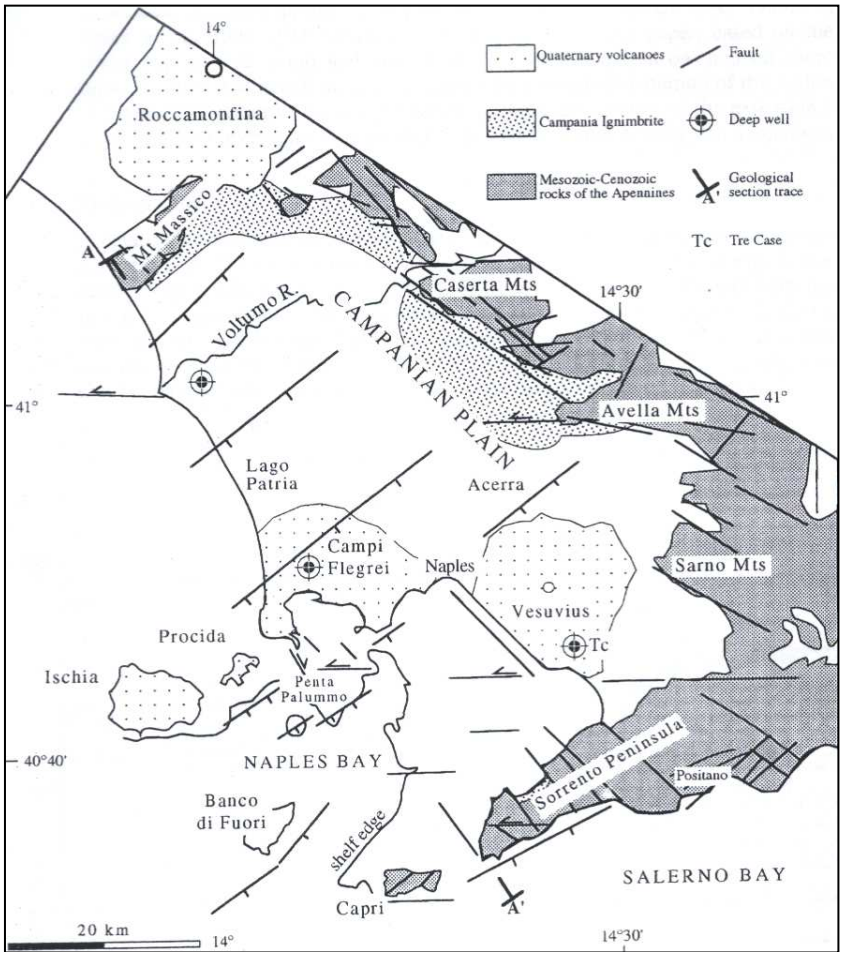

Figura 1. Schema tettonico della Piana Campana e strutture geologiche contermini.

Sintetizzando le caratteristiche dell'intera Piana Campana, a cui ci si deve riferire per attribuire, in linea di massima, la struttura geologica del territorio comunale, essa si estende su una superficie di circa 1350 km^2 con quote variabili dallo zero assoluto nei settori costieri ai 40/50 m s.l.m. delle fasce pedemontane dei rilievi carbonatici che la contornano (M.te Massico a Nord, M.ti Tifatini a nord – est, M.ti di Durazzano e di Avella – Partendo, M.ti di Sarno a est, M.ti Lattari a sud).

La Piana corrisponde ad una depressione tettonica impostata su un originario piastrone carbonatico i cui margini affioranti sono i rilievi che attualmente la bordano (M. Massico, M. Maggiore, i Tifatini etc.). Lungo le fratture che hanno prodotto la depressione si è avuta, nel tempo, un'intensa attività vulcanica e si sono sviluppati importanti edifici vulcanici (Roccamonfina, Somma – Vesuvio).

Il distretto vulcanico dei Campi Flegrei e il massiccio del Somma – Vesuvio individuano tre settori della piana:

- settentrionale (basso Volturno);
- mediano (valle del Sebeto);
- meridionale (piana di Sarno).

Dai dati derivanti da prospezioni geofisiche, da perforazioni profonde eseguite per ricerche di idrocarburi e da molteplici pozzi perforati soprattutto per ricerche d'acqua, risulta – per i settori del basso Volturno e della valle del Sebeto – la seguente successione dall'alto:

- Tufo Grigio Campano per spessori di 30 – 60 m, con i valori massimi a ridosso dei massicci carbonatici e dei Campi Flegrei e i valori minimi a ridosso del corso del Volturno, dove esso è ricoperto da una coltre piroclastico – alluvionale, talora con livelli torbosi;
- depositi vulcano – sedimentari di varia granulometria e spessore di alcune decine di metri;
- depositi prevalentemente pelitici di probabile ambiente marino e transizionale dello spessore di alcune centinaia di metri;
- depositi vulcanici antichi (tufi e lave andesitiche e basaltiche) intercettati da sondaggi profondi, per spessori notevoli, e con il tetto che risale fino ad alcune centinaia di metri dal p.c. sulla verticale di Parete;
- depositi clastici di probabile età miopliocenica a profondità superiore ai 3 km;
- piattaforma carbonatica, mai raggiunta dalle perforazioni profonde eseguite nella zona baricentrica dell'area, ma ricollegabile con gli affioramenti periferici attraverso successivi importanti gradini di faglia.

Il substrato carbonatico dovrebbe trovarsi ad una profondità compresa tra 3.000 m (zona di Parete) e 4.500 m (zona del basso Volturno), come emerge da pubblicazioni scientifiche basate sullo studio della propagazione di onde sismiche.

Con l'ausilio delle pubblicazioni scientifiche consultate e dei dati reperiti all'interno degli studi geologici già citati è possibile, sulla verticale del territorio di Ns. interesse ricostruire una sezione tipo (dall'alto verso il basso):

1. cineriti recenti del Somma – Vesuvio;
2. prodotti piroclastici del 3° periodo flegreo eruttati principalmente dai vulcani di Agnano e Astroni 3 – 4.000 anni fa e caratterizzati da ceneri con pomici e lapilli ed intercalazioni di livelli humificati;
3. prodotti del 2° periodo flegreo, databili intorno a 10.000 – 12.000 anni fa e costituiti da piroclastiti in facies incoerente (pozzolane) e in facies zeolitizzata (tufo giallo napoletano);
4. prodotti del 1° periodo flegreo messi in posto dalla grande eruzione ignimbritica risalente a circa 30.000 anni fa e costituiti dal tufo grigio campano e sue facies gialle e/o verde.

Morfologicamente la Piana Campana si presenta con aspetto sub – pianeggiante, quasi monotono, ed interrotto solo dalle ampie urbanizzazioni della fascia a nord del capoluogo campano, nonché dai canali, per lo più artificiali che l'attraversano (alveo Camadoli e Regi Lagni). La rete idrografica rappresenta l'unica caratteristica degna di nota della Piana Campana, anche perché l'intenso grado di urbanizzazione e le interconnessioni con queste creano non pochi disagi al regolare deflusso delle acque ruscellanti con conseguente aumento dei fattori di pericolosità e rischio; pertanto anche i fenomeni di dissesto che si registrano all'interno della piana sono da ricondurre alle criticità lungo i corsi d'acqua.

Dal punto di vista idrogeologico essendo a ridosso delle colline flegree (Camaldoli) e già all'interno della Piana Campana le caratteristiche della circolazione idrica sotterranea contemplano entrambe le sottozone; in ogni caso, come si evince dal Piano di Tutela Acque redatto dall'ex Autorità di Bacino Nord – Occidentale della Campania il territorio comunale di Calvizzano deve essere considerato come facente parte dell'Area Flegrea.

Malgrado l'articolazione dell'assetto geologico i dati piezometrici indicano che le acque di infiltrazione meteorica concorrono ad alimentare un unico corpo idrico sotterraneo esteso come falda di base a tutta l'area considerata.

Quest'ultima proprio nell'area di Marano – Calvizzano presenta un alto piezometrico ed un deflusso radiale rispetto a tale centro, ovvero recapita in mare

lungo la linea di costa a sud, mentre altrove alimenta il corpo idrico sotterraneo della Piana Campana.

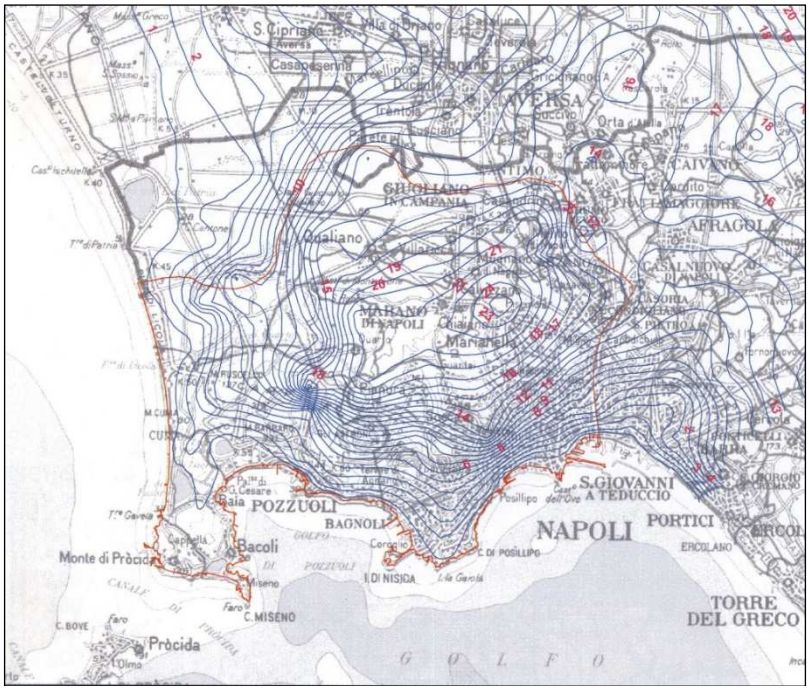

Figura 2. Carta della piezometria profonda della zona d'interesse (2002/2003).

Tale peculiarità può essere spiegata considerando che la zona in questione corrisponde anche all'area di ricarica principale della falda, dovuta all'infiltrazione diretta, ciò per la presenza delle conche endoreiche, che rendono le aliquote d'acqua di ruscellamento superficiale praticamente nulle.

Del complesso idrogeologico dei Campi Flegrei il territorio comunale di Calvizzano deve essere compreso all'interno di quella che viene denominata "zona settentrionale" (dall'alto piezometrico fino a Parete) nella quale le acque sotterranee alimentano il corpo idrico sotterraneo della Piana Campana; la falda è quasi sempre accolta all'interno delle piroclastiti pre Ignimbrite Campana e presenta carattere confinato o freatico ma protetto a tetto da spessori rilevanti di Ignimbrite.

5. CARTOGRAFIA TEMATICA

Gli elaborati cartografici, allegati al presente studio geologico – tecnico, costituiscono la sintesi delle elaborazioni e delle considerazioni scaturite durante questa fase di pianificazione che, come già ampiamente specificato in premessa, ha perseguito le indicazioni fornite dalla normativa vigente. La cartografia tematica prodotta, come già elencata in premessa, si compone delle seguenti carte tematiche:

- RG01. Relazione tecnica illustrativa;
- RG02. Indagini geognostiche di riferimento:
- G1. Corografia in scala 1:25.000;
- G2. Stralcio aerofotogrammterico in scala 1:5.000;
- G3. Carta con ubicazione delle indagini geognostiche in scala 1:5.000;
- G4. Carta geolitologica in scala 1:5.000;
- G5. Sezioni geolitologiche in scala lunghezze 1:2.000 e in scala altezze 1:1.000;
- G6. Carta idrogeologica in scala 1:5.000;
- G7. Carta geomorfologica e delle pendenze in scala 1:5.000;
- G8. Carta della pericolosità da frana in scala 1:5.000;
- G9. Carta del rischio da frana atteso in scala 1:5.000;
- G10. Carta della pericolosità idraulica in scala 1:5.000;
- G11. Carta del rischio idraulico atteso in scala 1:5.000;
- G12. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (M.O.P.S.) in scala 1:5.000.

Gli elaborati minimi previsti dalla normativa vigente (L.R. n°9/83) sono stati arricchiti da altri che si adeguano ai nuovi scopi dello studio geologico – tecnico, anche nell'ambito della normativa urbanistica regionale (L.R. n°16 del 22 dicembre 2004 – Norme sul governo del territorio e Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico), nonché in funzione delle Norme Tecniche per le Costruzioni del gennaio 2018.

Le carte tematiche sono state redatte ad una scala 1:5.000, così come indicato nell'art.11 della L.R. n°9/83, eccetto per la carta G1 della corografia redatta in scala 1:25.000, che come meglio si specificherà in seguito è stata elaborata per

inquadrare il territorio comunale in un più ampio contesto morfologico, e la carta delle sezioni geolitologiche, ove le diverse scale utilizzate, sia per le altezze che per le lunghezze, sono state definite per chiare esigenze grafiche.

Nei successivi sottoparagrafi si esplicitano le metodologie di elaborazione delle singole carte, nonché le considerazioni che scaturiscono dalla loro lettura.

G1 E G2 – COROGRAFIA E STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO

Questi allegati cartografici consentono di definire un inquadramento territoriale e morfologico dell'intero comune di Calvizzano e del suo territorio circostante

Il territorio comunale in questione, con una superficie di circa 3,8 km^2 e una popolazione di circa 12.000 abitanti, dal punto di vista geografico deve essere inquadrato nell'ambito del comprensorio nord – occidentale dell'area metropolitana di Napoli. In particolare Calvizzano si dispone geograficamente sulla direttrice nord – sud tra i centri di Giugliano e di Marano e su quella est – ovest tra Mugnano, Villaricca e Qualiano.

Tale territorio non si presenta vasto in ampiezza sotto l'aspetto dell'estensione e non presenta al suo interno una sensibile articolazione e differenziazione dei caratteri morfologici e naturalistico – ambientali. Esso è collocato a sud del rilievo tufaceo collinare dei Camaldoli, si distende su una ampia pianura, di natura pozzolanica, segnata da pendenze molto ridotte ed attraversata solo dalle incisioni profonde dei valloni e degli alvei che raccolgono ed allontanano le acque meteoriche che provengono proprio dai rilievi di cui sopra. I due alvei principali della zona di studio, ovvero l'Alveo dei Camaldoli e il Vallone del Carmine, costituiscono gran parte del confine amministrativo meridionale e settentrionale del comune di Calvizzano.

A parte tali due incisioni naturali, non si registrano altre emergenze morfologiche degne di nota, per cui la caratterizzazione visuale del territorio è affidata, sostanzialmente, ai margini artificiali costituiti dell'addensarsi dell'edificazione e dalle infrastrutture di comunicazione. In sintesi la conformazione planimetrica di Calvizzano è quella di una striscia di territorio di profondità ristretta in direzione nord – sud e notevolmente allungata in direzione est – ovest.

G3 – CARTA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Sull'allegato cartografico – G3 – Carta con ubicazione delle indagini geognostiche – sono state riportate le ubicazioni delle indagini geognostiche di riferimento, quest'ultime effettuate sul territorio comunale nel corso di precedenti studi d'interesse geologico – tecnico e sismico, nonché riferibili ad interventi pubblici e altre pianificazioni territoriali.

L'attività di cui sopra ha consentito di riportare sull'elaborato in questione i seguenti dati:

- n°17 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di campioni e prove SPT eseguiti per lo studio geologico – tecnico del P.R.G. (anno 1987);
- n° 6 prove di laboratorio su campioni di terreno eseguite per lo studio geologico – tecnico del P.R.G. (anno 1987);
- n°9 profili di sismica a rifrazione eseguiti per lo studio geologico – tecnico del P.R.G. (anno 1987);
- n°6 sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti per l'adeguamento sismico del P.R.G. (ai sensi del D.G.R.C. n°5447/2002, dell'O.P.C.M. n°3274/2003 e del D.G.R.C. n°816 del 17/06/2004) (anno 2006);
- n°6 indagini sismiche in foro down – hole eseguite per l'adeguamento sismico del P.R.G. (ai sensi del D.G.R.C. n°5447/2002, dell'O.P.C.M. n°3274/2003 e del D.G.R.C. n°816 del 17/06/2004) (anno 2006);
- n°2 profili di sismica a rifrazione eseguiti per l'adeguamento sismico del P.R.G. (ai sensi del D.G.R.C. n°5447/2002, dell'O.P.C.M. n°3274/2003 e del D.G.R.C. n°816 del 17/06/2004) (anno 2006);
- n°9 indagini sismiche MASW eseguite per lo studio di microzonazione sismica di livello 1 del territorio comunale (anno 2019);
- n°9 indagini sismiche HVSR eseguite per lo studio di microzonazione sismica di livello 1 del territorio comunale (anno 2019);

Le risultanze delle indagini di riferimento effettuate sul territorio comunale, ha consentito di poter ricostruire il modello geolitologico del sottosuolo e la definizione delle microzone in prospettiva sismica dello stesso territorio comunale. L'ubicazione di tutte le indagini reperite, così come riportata sull'elaborato G3, mostra una buona distribuzione areale delle stesse con una

maggiore concentrazione in corrispondenza del centro abitato. Le stesse indagini sono state poi raccolte e riportate nell'apposito elaborato – RG02 Indagini geognostiche di riferimento - allegato al presente studio geologico - tecnico.

G4 – CARTA GEOLITOLOGICA

La carta geolitologica è stata redatta partendo da precedenti cartografie quali la Carta Geolitologica redatta per il P.R.G. e la Carta Geolitologica redatta dall'ex Autorità di Bacino Nord – Occidentale a supporto del P.S.A.I. Le informazioni desunte dalle suddette cartografie sono state implementate con i dati derivanti da una serie di sopralluoghi eseguiti sul territorio comunale, atti ad appurare le litologie affioranti all'interno dell'area d'interesse, nonché con i dati estrapolati dalle indagini geognostiche di riferimento effettuate sull'intero territorio comunale nel corso degli anni.

La storia geologica di Calvizzano è direttamente legata a quella della Piana Campana già descritta nei paragrafi precedenti. Pertanto le litologie, sia affioranti che non, presenti nell'ambito comunale di Calvizzano, sono tutte da ricondurre ai vari eventi eruttivi dei vulcani flegrei e, marginalmente, anche del Somma Vesuvio che hanno riempito la depressione tettonica. Dalla carta geolitologica allegata, è possibile notare come sul territorio affiori quasi ovunque un'unica litologia riconducibile a prodotti piroclastici da caduta costituiti da sabbie e limi con incluse pomici e lapilli. Nella parte occidentale del territorio comunale, le attività di rilevamento geologico hanno permesso di individuare, lungo le scarpate che delimitano il Vallone del Carmine, un deposito a luoghi sottilmente stratificato costituito da limo sabbioso di colore scuro con incluse pomici e lapilli; tale deposito si presenta sottoforma coerente tanto da permettere la formazione di scarpatine sub – verticali. Inoltre in prossimità delle due aree di cava presenti a confine con il Comune di Villaricca, in adiacenza al suddetto Fosso del Carmine, vi sono limitati affioramenti di Tufo Giallo Napoletano.

Foto 2. L'affioramento delle piroclastiti lungo il vallone del Carmine.

Dalle stratigrafie raccolte è stato possibile ricostruire il modello geologico del sottosuolo, dal quale emerge che l'area in esame presenta una stratificazione piano – parallela dei vari prodotti vulcanici. In altre parole il sottosuolo di Calvizzano ha un andamento stratiforme con i depositi più antichi in basso e più recenti in alto, in accordo con il primo principio di stratificazione. Per meglio evidenziare tale aspetto si sono prodotte due sezioni geolitologiche significative che saranno meglio commentate nel successivo sottoparagrafo.

Dall'alto verso il basso, i depositi presenti possono così essere descritti:

- prodotti del III periodo Flegreo eruttati principalmente dai Vulcani di Agnano e Astroni 3 – 4.000 anni fa, rappresentati da sabbie e limi con pomici e lapilli intercalati da livelli humificati;
- prodotti del II periodo Flegreo, datati intorno a 10 – 12.000 anni, costituiti da pozzolane in facies sempre più coerente con la profondità fino a giungere alla facies zeolitilizzata ovvero al "Tufo Giallo Napoletano";
- prodotti del I periodo Flegreo messi in posto dalla grande eruzione ignimbritica risalente a circa 30.000 anni fa, costituiti dal "Tufo Grigio Campano".

Foto 3. Il Tufo Giallo Napoletano come affiora all'interno delle cave nel comune di Villaricca.

La successione stratigrafica, almeno nei primi metri utili, è visionabile solo lungo le sponde del Vallone del Carmine lungo il confine occidentale del territorio comunale. Le pareti sub – verticali originatesi dall'azione di approfondimento esercitata dall'alveo, presentano prodotti piroclastici via via più coerenti con la profondità; purtroppo si è dovuto constatare che sul letto dell'alveo, privo di acque al momento dei rilievi, è presente parecchio materiale di natura antropica costituita da inerti e rifiuti di ogni tipo.

G5 – SEZIONI GEOLITOLOGICHE

Al fine di rendere comprensibile il modello geologico – tecnico che scaturisce dalla redazione della carta geolitologica e della presente relazione è stato redatto l'elaborato in questione.

Per restituire in maniera leggibile tale elaborato sono state utilizzate scale di restituzione diverse per le altezze e lunghezze; difatti, mentre le lunghezze sono state riportate in scala 1:2.000, la rappresentazione delle altezze è stata portata ad un dettaglio di 1:1.000, ciò per rendere maggiormente visibile spessori di depositi che in alcuni punti raggiungono i 5 metri. Tale rappresentazione, anche se falsa i rapporti geometrici, rende più agevole la lettura del modello geologico

e stratigrafico del territorio comunale.

Le sezioni sono state ricostruite cercando di intercettare quanti più sondaggi geognostici possibili, a tal proposito i sondaggi intercettati sono indicati con il tratto continuo. Le tracce sono state scelte per ottenere sezioni significative del territorio comunale; pertanto è stato deciso di costruire una sezione ad andamento NE – SO, indicata con la sigla AA', ed una sezione ad andamento O – E, segnalata con la sigla BB'.

Dalle due sezioni ricostruite si evince in maniera chiara quanto già affermato in precedenza, ovvero che il territorio comunale presenta una stratificazione piano parallela dei depositi vulcanici; tali depositi presentano una buona omogeneità laterale in termini sia di spessore che di caratteristiche litologiche come ad esempio la granulometria. Nella sezione BB' è stato ricostruito l'andamento del banco di Tufo Giallo Napoletano, grazie non solo ai sondaggi intercettati dalla sezione stessa, ma anche grazie a quelli limitrofi, in modo da avere un quadro più chiaro dell'estensione areale del deposito. Si noti come lo stesso tufo giallo costituisce una sorta di duomo all'interno delle coltri circostanti, caratteristica che avrà la sua importanza per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio comunale.

G6 – CARTA IDROGEOLOGICA

La redazione della Carta Idrogeologica del territorio comunale di Calvizzano è stata ottenuta mediante l'attenta analisi di tutti i precedenti studi in materia eseguiti sul territorio comunale e nelle aree limitrofe. In particolare si è preso in considerazione lo studio idrogeologico eseguito per la redazione del P.R.G. risalente al 1987 e gli studi idrogeologici eseguiti per la redazione del Piano di Tutela delle Acque messo a punto dall'Autorità di Bacino Nord Occidentale tra il 2002 e il 2003. Si è deciso di non procedere con la misurazione diretta di tutti i pozzi idrici esistenti sul territorio comunale sia per la ristrettezza dei tempi di consegna dell'intero lavoro, sia per la mole di dati bibliografici reperiti, alcuni anche molto recenti. Tuttavia si è comunque eseguita la misurazione in tre pozzi campione al fine di convalidare i dati estrapolati dalla bibliografia e sintetizzati nella relativa tavola. Si è deciso di procedere in tal senso anche perché la falda risulta molto profonda presentando una soggiacenza superiore ai 100 m; pertanto

non risulta essere rilevante né per ciò che concerne le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione, né per quanto concerne la zonizzazione del territorio comunale in prospettiva sismica in quanto a quelle profondità la falda non risulta avere effetti sull'amplificazione sismica anche in merito alle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti il 17 gennaio 2018.

Come detto nei paragrafi precedenti e confermato dai rilievi idrogeologici l'area di Calvizzano ricade nell'area idrogeologica flegrea ove l'impilamento delle coltri e le loro caratteristiche conferiscono un grado di permeabilità dal medio al basso in relazione alla granulometria dei depositi.

Dalle verifiche svolte sul Piano di Tutela Acque emerge che in corrispondenza del territorio comunale di Calvizzano e della vicina cittadina di Marano, la falda freatica fa registrare un alto piezometrico tale da produrre un deflusso idrico sotterraneo di tipo radiale. Dalla ricostruzione piezometrica puntuale, ad una scala di dettaglio maggiore rispetto allo stesso Piano di Tutela Acque si può osservare come la falda, in corrispondenza di Calvizzano, abbia una direzione di deflusso verso nord – ovest. Dai dati bibliografici reperiti e successivamente confermati dalle misurazioni eseguite in tre pozzi campione, emerge che la falda presenta un'altezza sul livello del mare che va dai 17 ai 21 metri.

Sempre con l'ausilio dei dati reperiti all'interno del Piano di Tutela predisposto dall'Autorità di Bacino è possibile fare considerazioni circa la vulnerabilità dell'acquifero rilevato. La definizione della vulnerabilità degli acquiferi è stata ottenuta mediante l'applicazione del metodo parametrico a punteggio e pesi denominato SINTACS – R5 (Civita, 1994; Civita e De Maio, 1997; Civita e De Maio, 2000). Il metodo indicato è basato sulla valutazione preliminare di sette parametri: soggiacenza, infiltrazione, caratteristiche del "non saturo", tipologia del suolo, litologia dell'acquifero, conducibilità idraulica dell'acquifero, acclività della superficie topografica. Si rimanda alla bibliografia specifica l'approfondimento dell'applicazione in dettaglio del metodo; in questo lavoro preme in particolare mostrare il risultato ottenuto per il territorio di Calvizzano.

Le conclusioni a cui giunge il Piano di Tutela Acque, e che in questa sede si possono condividere appieno, indicando al progettista alcune punti da inserire nel dettato normativo (vedi paragrafo conclusioni) possono sintetizzarsi

all'interno dei due ordini di classificazione, ovvero "medio" e "alto". Il grado "alto" occupa la quasi totalità dell'area in esame mentre il grado "medio" caratterizza la parte estremamente occidentale del territorio comunale, a ridosso del Fosso del Carmine. Tra i parametri precedentemente elencati quello che maggiormente ha influito sulla classificazione generale, può sicuramente essere considerato l'acclività del territorio che si presenta prevalentemente pianeggiante; pertanto l'aliquota di acqua di infiltrazione, con il relativo carico di inquinanti, risulta di gran lunga superiore all'aliquota di acqua di ruscellamento superficiale. La presenza del grado medio di vulnerabilità nel settore occidentale, può essere ricondotta ad un minore grado di permeabilità del "non saturo", ovvero quel settore del sottosuolo che l'acqua, e i possibili inquinanti, devono attraversare prima di raggiungere la zona satura, ovvero la falda. Il minor grado di permeabilità si traduce in un maggior tempo di percolazione delle acque e di conseguenza ad un maggior effetto di autodepurazione messo in atto dall'acquifero stesso. In terreni vulcanici come quelli presenti nel sottosuolo di Calvizzano, il minor grado di permeabilità può essere ricondotto principalmente ad un maggior addensamento dei litotipi e/o ad una prevalenza della frazione granulometricamente più fine.

G7 – CARTA GEOMORFOLOGICA E DELLE PENDENZE

Queste due carte sono state accorpate per le peculiari condizioni morfologiche del territorio comunale di Calvizzano, difatti le pendenze possono essere considerate poco articolate, anche se le classi discriminate tendono a mettere in risalto quel minimo di dislivello presente e la stessa carta geomorfologica, in una prima bozza, conteneva solo poche informazioni su una parte ristretta del territorio comunale (Vallone del Carmine).

Foto 4. La morfologia sub – pianeggiante del territorio comunale.

La carta delle pendenze è un elaborato indispensabile, in ogni caso, per confrontare le evidenze morfologiche con i dislivelli; tale cartografia tematica è stata redatta grazie all'utilizzo del software ArcGis della ESRI, dove in maniera automatica, una volta stabilite le classi di pendenze, tramite operazioni di interpolazione, si hanno i risultati di cui in elaborato. Le classi di pendenze scelte sono:

0° – 2°;

2° – 5°;

5° – 15°;

15° – 25°;

25° – 35°;

> 35°.

Questi intervalli di pendenza scaturiscono da un'analisi del territorio eseguita tramite i supporti cartografici e i vari sopralluoghi eseguiti. Dall'analisi effettuata emerge che il territorio è pianeggiante, difatti la carta prodotta mostra come esso

sia largamente rappresentato dalla prima classe di pendenze, ovvero 0° - 2°; solo nell'alveo "Fosso del Carmine" si raggiungono pendenze superiori ai 35°, ma sono aree molto ridotte in estensione dovute essenzialmente alle scarpate presenti e prodotte in parte da opere di difesa spondale quali muri o gabbionate, e in parte dalla normale dinamica erosiva.

Tale elaborato mostra pertanto che i fenomeni predisponenti al dissesto da versante sono praticamente assenti su quasi tutto il territorio comunale eccezion fatta per le aree immediatamente prossime al "Fosso del Carmine". Tale deduzione trova conforto dalla visione della cartografia relativa alla pericolosità da frana e al rischio da frana che vedremo nei successivi paragrafi.

La componente geomorfologica dell'elaborato fornisce elementi utili per la pianificazione territoriale sotto gli aspetti ambientali, in generale, e per la valutazione dei rischi idrogeologici in particolare. Pertanto questo elaborato è stato redatto, non solo perché contestualmente alle pendenze consente di ricostruire un quadro più completo della stabilità del territorio, e di tutti quegli elementi ambientali più o meno critici presenti in esso, ma valuta, ai sensi della Legge Regionale n°16 del 22 dicembre 2004 – Norme sul governo del territorio – i parametri che concorrono, alla redazione della pianificazione comunale (P.U.C.). In particolare, tale elaborato consentirà, come prescritto dalla legge regionale urbanistica di cui sopra:

- ai sensi dell'art.23, comma 2, lettera b), di definire gli elementi di territorio soggetti a salvaguardia ambientale e paesaggistica:
- ai sensi dell'art.23, comma 2, lettera i), di verificare la compatibilità delle programmazioni future con l'assetto geologico e geomorfologico del territorio comunale;
- ai sensi dell'art.23, comma 3, lettera b) di individuare le fasce di rispetto nell'intorno significativo di aree a rischio idrogeologico e/o di particolare interesse ambientale.

Foto 5. Un tratto del Vallone del Carmine con folta vegetazione.

Le informazioni contenute sull'elaborato si possono suddividere in due categorie fondamentali, oltre alle suddivisioni previste dal Servizio Geologico Nazionale all'interno della pubblicazione "Carta Geomorfologica d'Italia in scala 1:50.000 – Guida al Rilevamento", ovvero in informazioni di carattere strettamente ambientale ed in quelle funzionali alla valutazione del rischio idrogeologico. Le informazioni di carattere ambientale in un territorio prevalentemente pianeggiante come quello di Calvizzano sono limitate alla rappresentazione cartografica delle scarpate di erosione che bordano il "Fosso del Carmine", posto sul confine occidentale e sud – occidentale del territorio comunale. Tali scarpate presentano un'altezza media superiore ai 5 m e degradano verso il letto dell'alveo, in alcuni casi, con pendenze superiori ai 35°, in alcuni punti, queste si presentano anche sub – verticali. Valori così alti di pendenza per tali scarpate sono garantiti da litotipi che presentano un grado di coesione crescente con la profondità; va comunque ricordato che si tratta sempre di depositi definibili come "sciolti" pertanto, in occasione di eventi meteorici importanti, possono dar luogo a piccoli dissesti tali da portare nell'alveo quantitativi più o meno variabili di materiale.

Foto 6. Un tratto di scarpata del "Fosso Carmine" lungo un'area agricola.

Per valutare le esigenze di stabilità idrogeologica del territorio comunale è stata “cartografata”, quindi, la rete idrografica. A tal fine sono stati effettuati dei sopralluoghi mirati a definire i tratti di rete idrografica a pelo libero e quelli tombati. Al fine di avere una conferma dei dati così ottenuti, si sono visionate foto aeree storiche, in particolare il volo aereo del 1929, dal quale è stato possibile ricostruire l’evoluzione della rete idrografica del comune di Calvizzano.

Emerge che anche il territorio di Calvizzano, come del resto quello dei comuni adiacenti, ha subito delle modificazioni in conseguenza alla notevole espansione delle aree urbanizzate che si è registrata nel secolo scorso; tra le conseguenze più tangibili va ricordato il tombamento di tratti di rete idrografica allo scopo di costruire nuove strade. Nell’elaborato prodotto, pertanto, la rete idrografica del territorio è stata riportata sia con i suoi tratti a pelo libero, definiti propriamente “reticolo idrografico” sia con i tratti che hanno subito il tombamento, definiti come “alveo tombato”; in taluni casi questi ultimi coincidono anche con tratti della rete fognaria del paese, da qui ne scaturisce la cattiva qualità delle acque superficiali.

Foto 7. L'Alveo Camaldoli con i suoi argini artificiali.

L'elemento idrografico di maggior rilevanza presente sul territorio di Calvizzano è rappresentato dall'Alveo Camaldoli. Questo è in parte tombato, nella parte occidentale, e in parte è a pelo libero defluendo, però, in un canale artificiale che corre lungo tutta la parte nord del territorio comunale. L'Alveo Camaldoli ha inizio in prossimità della masseria Romano, a quota di circa 300 m.s.l.m., l'asta ha una lunghezza di circa 22 km ed attraversa i comuni di Mugnano, Calvizzano e Qualiano per poi svilupparsi in prossimità della strada provinciale Riparia fin al ponte di Ferro. A partire da questo punto l'alveo lascia il vecchio tracciato che sfociava nell'emissario del Lago Patria e, seguendo la strada di S, Maria del Pantano, attraversa pensile la zona di Licola fino al mare.

L'altro elemento caratterizzante l'idrografia di Calvizzano, come già si è avuto modo di anticipare, è l'alveo "Fosso del Carmine". Questo defluisce a pelo libero fino a che non si congiunge con l'Alveo Camaldoli che in quel settore risulta tombato. Dai sopralluoghi effettuati è emerso che nel punto più a est dell'alveo, si immette un collettore fognario che scarica direttamente in alveo. Va detto, come già annunciato in precedenza, che lungo tutto l'alveo è possibile osservare la presenza di un grande quantitativo di inerti e di rifiuti di ogni genere. Tale

situazione di certo non giova alla stabilità idrogeologica dell'area in quanto, tali materiali di origine antropica, sono di grande ostacolo al normale deflusso delle acque; inoltre, poiché questo alveo risulta tombato più a valle, la presenza di tale materiale trasportato dalle acque, può ridurre se non occludere del tutto la sezione idraulica del corso d'acqua artificiale, creando a monte delle situazioni di probabile pericolo. Non a caso, come vedremo in seguito, il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico ha previsto, intorno al "Fosso del Carmine", una fascia di possibile crisi idraulica (area di attenzione) dovuta proprio alla presenza in alveo di rifiuti solidi, di fitta vegetazione, ma anche alla riduzione di sezione e a sponde danneggiate.

Dai sopralluoghi eseguiti è emerso che lungo il "Fosso del Carmine" sono presenti opere di difesa spondale quali muri e gabbionate. Tali opere, riportate sulla carta nei punti in cui sono state effettivamente rinvenute, hanno mostrato, in alcuni punti, un avanzato stato di decadimento. In effetti lungo l'alveo è possibile rinvenire, a tratti, mattoni in pietra tufacea con cui sono realizzati i muri spondali e dai quali si sono staccati in numero considerevole.

A completezza del discorso sulla stabilità idrogeologica del territorio comunale, sulla Carta Geomorfologica sono state riportate le fasce di tutela delle aree di pertinenza dei corpi idrici. Questo in ottemperanza all'art.115 comma 1 del D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii. in quale afferma:

"*Al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino della vegetazione spontanea nella fascia immediatamente adiacente i corpi idrici, con funzioni di filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa, di stabilizzazione delle sponde e di conservazione della biodiversità……le regioni disciplinano gli interventi di trasformazione e di gestione del suolo e del soprassuolo previsti nella fascia di almeno 10 metri dalla sponda di fiumi, laghi, stagni, lagune, comunque vietando la copertura dei corsi d'acqua che non sia imposta da ragioni di tutela pubblica…*"

Pertanto sull'elaborato, sia per gli alvei a pelo libero che per quelli tombati, è stata costruita una fascia di tutela di 10 m dalle sponde, così come dettato dalla citata normativa. Nell'ambito della pianificazione territoriale, bisognerà tener conto di tale strumento di difesa del territorio. Si ribadisce che per quanto riguarda gli alvei tombati il rispetto di questa fascia non deve essere inteso nel solo senso

di rinaturalizzazione delle sponde, il più delle volte impossibile da realizzarsi, ma anche come adeguamento delle sezioni idrauliche al fine di migliorare le caratteristiche di stabilità del territorio, difatti come si preciserà in seguito, lungo gli alvei tombati si sconsiglierebbero le opere edilizie interrate all'interno della suddetta fascia.

G8 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA

L'elaborato G8 – Carta della pericolosità da frana è stato elaborato in scala 1:5.000 e nasce dalla visione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, redatto dall'ex Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, adottato dal Comitato Istituzionale con Delibera n.1 del 23/02/2015, e pubblicato sul B.U.R.C. n.20 del 23/03/2015 e da tale data vigente. Ad oggi l'ex AdB della Campania Centrale è stata accorpata, come già specificato in premessa, all'interno del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale che è l'Ente pianificatore che ha competenza in materia di difesa suolo su tutto il territorio di Calvizzano.

Dalla visione dell'elaborato in questione emerge che il territorio comunale oggetto del presente studio è interessato da una sola classe di pericolosità ovvero la *pericolosità elevata* (P3).

Per la definizione di tale classe di pericolosità si rimanda alle metodologie di definizione dei livelli di pericolosità, indicati nelle relazioni e nelle Norme di Attuazione del P.S.A.I. citato.

La classe di pericolosità sopra citata si estende esclusivamente lungo le sponde del "Fosso del Carmine" e non interessa altre porzioni del territorio comunale che risulta come già detto pianeggiante.

Le aree a pericolosità da frana elevata adiacenti al "Fosso del Carmine" presentano i gradi maggiori di acclività della superficie topografica, come si evince dalla carta geomorfologica e delle pendenze, e pertanto possono essere soggette a fenomeni di instabilità riguardanti esclusivamente le sponde di tale corso d'acqua. Un cenno, in quanto immediatamente a ridosso del confine comunale, meritano le aree di cava poste all'interno del comune di Villaricca, e classificate come aree interessate da attività estrattive per cui sono necessari studi di dettaglio mirati alla verifica delle condizioni di stabilità delle pareti di tali

cave.

G9 – CARTA DEL RISCHIO DA FRANA ATTESO

MACROCATEGORIE ELEMENTI ESPOSTI	VALORE ESPOSTO	VULNERABILITA'	DANNO POT.
■ **Aree urbanizzate** destinate agli insediamenti residenziali (compresi i nuclei ad edificazione diffusa e sparsa) e produttivi, spazi pubblici e/ o riservati alle attività collettive, come delimitati da PdF/PRG /PUC: - Zone A - Centri antichi e storici - Zone B di completamento - Zone C di espansione esistenti e/o previste - Zone D per insediamento di attività produttive: industriali, commerciali, e terziarie, esistenti e/o previste - Zone F per impianti ed attrezzature pubbliche o di interesse pubblico generale e locale o comunque di uso collettivo, comprese le aree per opere di urbanizzazione secondaria, esistenti e/o previste - Nuclei edificati in zone agricole - Case sparse ■ **Strutture Strategiche** quali : Scuole , Ospedali, Uffici e Servizi pubblici, Musei, Sedi per attività tempo libero,spettacolo, turismo, culto, Zone Militari, Strutture ed aree per attività di Protezione civile etc... ■ **Opere di urbanizzazione primaria** (art.4 legge n.847/1964 e ss.ll.mm.) ad eccezione delle aree verdi non attrezzate , delle reti viarie e ferroviarie secondarie e degli impianti cimiteriali fra cui: □ **Infrastrutture e reti strategiche di trasporto:** - superstrade - autostrade, strade extraurbane principali - reti ferroviarie principali - aeroporti □ **Infrastrutture e servizi a rete strategici quali :** - elettrodotti - gasdotti - acquedotti - fognature ed impianti di depurazione delle acque reflue - reti di comunicazione ■ **Impianti destinati allo smaltimento, al riciclaggio o alla distruzione dei rifiuti** urbani, speciali, pericolosi, solidi e liquidi, alla bonifica di aree inquinate ■ **Attività produttive e impianti a rischio di incidente rilevante** ■ **Beni culturali di interesse artistico, storico ed archeologico, Beni paesaggistici ed Aree protette:** - Parchi Nazionali e Regionali : Zone A di Riserva Integrale - Aree marine protette - Parchi naturali sommersi - Oasi e Riserve naturali statali e regionali protette - Aree Archeologiche - Geositi	E4 Altissimo	1	D4 Molto Elevato
■ **Zone ed impianti cimiteriali** individuate dagli strumenti urbanistici ■ **Cave ed aree estrattive** ■ **Discariche** di materiali inerti non pericolosi e non inquinanti ■ **Infrastrutture e reti di trasporto secondarie:** - Rete viaria secondaria - Linee ferroviarie secondarie ■ **Aree Protette** - Aree Protette Rete Natura 2000 (S.I.C. e Z.p.s.) - Parchi Nazionali e Regionali : Zone B di Riserva Generale	E3 Alto	1	D3 elevato
■ **Parchi Nazionali e Regionali** :Zone C di Riserva Controllata ■ **Zone E destinate ad attività agricole, come delimitate da PRG/PUC** ■ **Aree destinate a verde non attrezzato e parco urbano,** come delimitate da PRG/PUC ■**Aree a vincolo idrogeologico (R.D.L. 3267/23)**	E2 Medio	1	D2 medio
■ **Aree incolte e degradate di nessun pregio ambientale**	E1 Basso o nullo	1	D1 basso

Figura 3. La tabella 4 "Definizione del valore degli elementi esposti, della vulnerabilità e del danno atteso in relazione ai fenomeni franosi" dell'allegato C della Norme di Attuazione del PSAI.

L'elaborato redatto (G9) mostra il rischio atteso per quanto riguarda la problematica frana, ovvero il rischio atteso da frana nato dall'implementazione della zonizzazione urbanistica di progetto con la pericolosità da frana.

Il primo passo è stato quello di classificare le aree e/o le infrastrutture previste dal P.U.C. di Calvizzano, in base a quanto riportato nell'allegato C – Matrici del rischio idraulico e da frana – delle Norme di Attuazione del P.S.A.I. dell'ex AdB

della Campania Centrale (cfr. tabella 4 dell'allegato C e fig.3), ovvero a ciascuna zonizzazione prevista dal PUC ricadente in area a pericolosità da frana è stato assegnato il valore esposto, la vulnerabilità e quindi il danno potenziale. Il valore del danno in linea generale risulta elevato o molto elevato per le aree urbanizzate destinate agli insediamenti residenziali, produttivi, spazi pubblici, attrezzature e medio o basso per le aree agricole.

Dalla tabella di riferimento sopra citata e riportata è stato stimato il valore del danno per la sola area classificata a pericolosità da frana elevata ricadente nel territorio comunale in questione (cfr. G8), la quale, dalla zonizzazione di progetto dello stesso territorio, risulta come area agricola (Zona E1 Agricola) e pertanto con un danno atteso medio (D2).

Una volta assegnata la classe di danno alla zona prevista dal PUC si è successivamente incrociato, per il tramite di software GIS, lo stesso danno con la pericolosità da frana da cui è scaturita la carta del rischio atteso da frana in virtù della matrice del rischio da frana redatta per il P.S.A.I. dell'ex AdB della Campania Centrale e riportata alla tabella 5 dell'allegato C delle Norme di Attuazione del medesimo P.S.A.I. (cfr. fig. 4).

$R_k = P_n \times D_m$		P_n			
		P4	P3	P2	P1
D_m	D_4 - danno altissimo	R_4	R3	R2	R1
	D_3 - danno alto	R4	R3	R2	R1
	D_2 - danno medio	R3	R2	R1	R1
	D_1- danno basso	R2	R1	R1	R1

Figura 4. La matrice del rischio da frana PSAI ex AdB Campania Centrale.

In conclusione la sola zona prevista dal PUC ricadente in area a pericolosità da frana (P3) è classificata secondo la procedura descritta ai punti precedenti come a rischio da frana medio (R2).

G10 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

L'allegato G10 – Carta della pericolosità idraulica, redatto in scala 1:5.000, nasce anch'esso, come la cartografia G8, dalla consultazione del Piano Stralcio

per l'Assetto Idrogeologico, redatto dall'ex Autorità di Bacino Regionale del della Campania Centrale.

Dalla visione di tale elaborato si evince che solo limitate porzioni del territorio comunale sono classificate a pericolosità idraulica. L'unica tipologia di pericolosità idraulica si riscontra nell'ambito dello stesso territorio è la pericolosità elevata (P3) definita come "area di attenzione", ovvero come stabilita preliminarmente dall'ex Autorità di Bacino come aree che necessitano di studi idraulici specifici atti a confermare o modificare lo stesso grado di pericolosità elevata.

La pericolosità sopra citata si riferisce nell'ambito del territorio comunale a tre zone ben precise ovvero quella che corre lungo la sponda in destra orografica del "Fosso del Carmine" ed altre due ricadenti lungo "l'Alveo dei Camaldoli" in corrispondenza di due attraversamenti sullo stesso Alveo.

Nella prima area la pericolosità scaturisce principalmente da quanto già specificato nel paragrafo di descrizione della carta geomorfologica, ossia dalla riduzione della sezione drenante del "Fosso del Carmine" per la presenza in alveo di inerti, di rifiuti e di fitta vegetazione spontanea, nonché dal franamento delle sponde, creando quindi situazioni di pericolo in occasione di eventi meteorici critici.

La stessa situazione si può verificare nei punti di attraversamento dell'Alveo dei Camaldoli, ove la presenza degli stessi materiali può diminuire la luce dei medesimi attraversamenti, causando quindi anche in questo caso delle situazioni di pericolo.

In conclusione si può affermare che le aree perimetrate come ad elevata pericolosità (P3) come aree di attenzione sull'elaborato in questione, riguardano aree e punti ben precisi lungo i due corsi d'acqua principali che ricadono nel territorio comunale in questione, ovvero il "Fosso del Carmine" e "l'Alveo dei Camaldoli". come ben si evince non solo dallo stesso elaborato ma anche dagli elaborati G1, G2 e G7.

G11 – CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO ATTESO

Come per la valutazione del rischio da frana atteso è stata elaborata anche la carta del rischio idraulico atteso.

In tal caso il rischio idraulico atteso, così come quello da frana, nasce anch'esso dall'implementazione della zonizzazione urbanistica con la pericolosità idraulica. Pertanto la prima fase di lavoro per l'elaborazione della carta in questione è stata quella di classificare le aree e/o infrastrutture previste dal PUC secondo il valore esposto, la vulnerabilità e il danno scaturito dalle tabelle 1 e 2 riportate nell'allegato C delle Norme di Attuazione del P.S.A.I. redatto dall'ex AdB Regionale della Campania Centrale nel 2015 (cfr. fig.5 e 6).

MACROCATEGORIE ELEMENTI ESPOSTI	VALORE ESPOSTO
■ **Aree urbanizzate** destinate agli insediamenti residenziali (compresi i nuclei ad edificazione diffusa e sparsa) e produttivi, spazi pubblici e/ o riservati alle attività collettive, come delimitati da PdF/PRG /PUC: - Zone A - Centri antichi e storici - Zone B - di completamento - Zone C - di espansione esistenti e/o previste - Zone D - per insediamento di attività produttive: industriali, commerciali, e terziarie, esistenti e/o previste - Zone F - per impianti ed attrezzature pubbliche o di interesse pubblico generale e locale o comunque di uso collettivo, comprese le aree per opere di urbanizzazione secondaria, esistenti e/o previste - Nuclei edificati in zone agricole - Case sparse	E4 altissimo
■ **Strutture Strategiche** quali : Scuole , Ospedali, Uffici e Servizi pubblici, Musei, Sedi per attività tempo libero,spettacolo, turismo, culto, Zone Militari, Strutture ed aree per attività di Protezione civile etc...	
■ **Opere di urbanizzazione primaria** (art.4 legge n.847/1964 e ss.ll.mm.) ad eccezione delle aree verdi non attrezzate , delle reti viarie e ferroviarie secondarie e degli impianti cimiteriali fra cui: □ **Infrastrutture e reti strategiche di trasporto:** - superstrade - autostrade, strade extraurbane principali - reti ferroviarie principali - aeroporti □ **Infrastrutture e servizi a rete strategici quali :** - elettrodotti - gasdotti - acquedotti - fognature ed impianti di depurazione delle acque reflue - reti di comunicazione	
■ **Impianti destinati allo smaltimento, al riciclaggio o alla distruzione dei rifiuti** urbani, speciali, pericolosi, solidi e liquidi, alla bonifica di aree inquinate ■ **Attività produttive e impianti a rischio di incidente rilevante**	
■ **Beni culturali di interesse artistico, storico ed archeologico, Beni paesaggistici ed Aree protette:** - Parchi Nazionali e Regionali : Zone A di Riserva Integrale - Aree marine protette - Parchi naturali sommersi - Oasi e Riserve naturali statali e regionali protette - Aree Archeologiche - Geositi	
■ **Zone ed impianti cimiteriali individuate dagli strumenti urbanistici** ■ **Cave ed aree estrattive** ■ **Discariche** di materiali inerti non pericolosi e non inquinanti ■ **Infrastrutture e reti di trasporto secondarie:** - Rete viaria secondaria - Linee ferroviarie secondarie ■ **Aree Protette** - Aree Protette Rete Natura 2000 (S.I.C. e Z.p.s.) - Parchi Nazionali e Regionali : Zone B di Riserva Generale	E3 alto
■ **Parchi Nazionali e Regionali** :Zone C di Riserva Controllata ■ **Zone E destinate ad attività agricole, come delimitate da PRG/PUC** ■ **Aree destinate a verde non attrezzato e parco urbano,** come delimitate da PRG/PUC ■ **Aree a vincolo idrogeologico** (R.D.L. 3267/23)	E2 medio
■ **Aree incolte e degradate di nessun pregio ambientale**	E1 Basso

Figura 5. La tabella 1 "Definizione del valore degli elementi esposti" dell'allegato C della Norme di Attuazione del PSAI.

Il primo passo quindi è stato quello di stabilire il valore esposto e la vulnerabilità idraulica per le sole zone del PUC ricadenti in aree a pericolosità idraulica,

specificando che così come definito dall'allegato C delle Norme del P.S.A.I. la vulnerabilità degli elementi esposti è stata assunta pari all'unità, ovvero massima, in mancanza di rilievi topografici e di studi idraulici specifici.

Successivamente, una volta definite il valore esposto e la vulnerabilità delle aree di interesse è stato determinato per le medesime aree il danno, secondo la matrice riportata nella tabella 2 sempre dell'allegato C delle Norme di Attuazione (cfr. fig.6).

Allo stesso modo fatto per il rischio frana, l'ulteriore passo successivo per la stima del rischio idraulico atteso è stato quello di incrociare, sempre per il tramite di software GIS, il danno stimato per ogni zonizzazione del PUC con la pericolosità idraulica. Da tale incrocio ed in virtù della matrice del rischio idraulico riportata nella tabella 3 dell'allegato C delle Norme di Attuazione del P.S.A.I. (cfr. fig.7), è scaturita la carta del rischio idraulico atteso per il territorio comunale di Calvizzano.

	V4 - Massima	V3- Elevata	V2- Media	V1- Bassa
E4	D4	D3	D2	D1
E3	D3	D2	D1	D1
E2	D2	D1	D1	D1
E1	D1	D1	D1	D1

Figura 6. La tabella 2 "Definizione della vulnerabilità e del danno atteso relativi ai fenomeni idraulici" dell'allegato C della Norme di Attuazione del PSAI. .

$R_k = P_n \times D_m$	P_n		
	P3	P2	P1
D_4 - danno altissimo	R4	R3	R2
D_3 - danno alto	R3	R3	R2
D_2 - danno medio	R2	R2	R1
D_1 - danno basso	R1	R1	R1

Figura 7. La matrice del rischio idraulico del PSAI ex AdB Campania Centrale.

In merito al rischio idraulico atteso delle singole zone del PUC ricadenti in aree a pericolosità idraulica all'interno del territorio comunale in questione si riporta nella sottostante tabella la corrispondenza tra le categorie delle medesime zone e il valore esposto, la vulnerabilità, il danno potenziale atteso, la pericolosità idraulica e il rischio idraulico atteso che è scaturita dalla procedura descritta ai punti precedenti.

Categoria Zona PUC	Valore esposto	Vulnerabilità	Danno	Pericolosità	Rischio idraulico atteso
Zona B1_Aree urbane consolidate	E4	V4	D4	P3	R4
Zona B3_Aree di completamento urbanistico	E4	V4	D4	P3	R4
F1_Parco Urbano	E4	V4	D4	P3	R4
Verde attrezzato	E4	V4	D4	P3	R4
Viabilità principale esistente	E3	V4	D3	P3	R3
Viabilità ciclo pedonale di progetto	E3	V4	D3	P3	R3
Zona E1_Agricola	E2	V4	D2	P3	R2

G12 – CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (M.O.P.S.)

Per la stesura del presente elaborato si è tenuto conto degli "Indirizzi e Criteri della Microzonazione Sismica" redatti dal Dipartimento della Protezione Civile ed approvati in seno alla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome nell'anno 2008.

Tali indirizzi definiscono tre livelli di approfondimento nella microzonazione sismica di un territorio ovvero:

- il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di microzonazione sismica, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee;
- il livello 2 è un livello che introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce una vera carta di microzonazione sismica;
- il livello 3 restituisce una carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Nel caso in esame l'elaborato G8 – Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, redatto in scala 1:5.000, si riferisce al primo livello di approfondimento (livello1) ovvero consiste, come si evince dallo stesso titolo, in una Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), così come recita la Delibera di Giunta Regionale della Campania n°118 del 27/05/2013.

Secondo gli indirizzi ed i criteri sopra enunciati, tali aree sono delle zone omogenee dal punto di vista geologico, geomorfologico e geologico – tecnico,

scaturite anche dalle elaborazioni di indagini eseguite o di riferimento come sondaggi geognostici ed indagini sismiche. Gli stessi "Indirizzi" nello studio di microzonazione sismica di livello 1 prevedono, per la stesura della Carta delle MOPS, la rappresentazione di tre zone specifiche, ognuna delle quali può contenere al suo interno delle sottozone:

- Zone Stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti di modificazione del moto sismico e corrispondono ad aree con substrato geologico affiorante (Vs > 800 m/s) e con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendenza < 15°);
- Zone Stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale; tali zone sono caratterizzate dalla presenza di terreni di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato, o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde Vs < 800 m/s;
- Zone suscettibili di instabilità, caratterizzate da instabilità di versante (frane), liquefazione, presenza di faglie attive e capaci e cedimenti differenziali.

Come si denota dalla cartografia allegata, il territorio comunale in questione è stato suddiviso in una zona stabile suscettibile di amplificazione locale del moto sismico (cfr. ZSA1), caratterizzata da un modello litostratigrafico dedotto dalle indagini geognostiche di riferimento, nonché in una zona suscettibile di instabilità (cfr. ZSI) riferita ad aree ad elevata suscettibilità da instabilità di versante, ovvero corrispondenti nel caso specifico alle zone a più elevata pericolosità da frana.

La scelta di caratterizzare il territorio di Calvizzano con una sola zona stabile suscettibile di amplificazione locale (ZSA1), scaturisce dalla reale omogeneità dell'assetto litostratigrafico e morfologico dello stesso intero territorio. Le stratigrafie dei sondaggi geognostici di riferimento mostrano infatti una netta similitudine tra gli strati litologici riscontrati in ognuno di essi, nonché tra la profondità di rinvenimento degli stessi strati.

Anche l'assetto morfologico dell'intero territorio comunale in questione ha portato a suddividere lo stesso territorio in un'unica zona stabile suscettibile di amplificazione. Infatti come già detto nei paragrafi precedenti il territorio di Calvizzano si presenta prevalentemente pianeggiante e pertanto non suscettibile

a eventuali dissesti da versante in occasione di eventi sismici, ad eccezione delle sole scarpate che bordano il "Fosso del Carmine" che presentano pendenze più significative.

Quest'ultime scarpate appunto, presentando pendenze significative, possono essere soggette a dissesti in caso di evento sismico e per tale motivo nella carta in questione sono state cartografate come zone suscettibili di instabilità (cfr. ZSI).

In sostanza, vista la morfologia prevalentemente pianeggiante del territorio comunale, si può affermare che le sole amplificazioni del moto in occasione di eventuali eventi sismici, sono di tipo litostratigrafico, ovvero dovute alla sole caratteristiche litologiche degli strati che compongono il sottosuolo in esame ed al loro relativo grado di addensamento.

Dalla visione dell'elaborato cartografico in questione l'unica zona ZSA1 cartografata è caratterizzata infatti da tre prevalenti classi litologiche, ad esclusione dell'esiguo terreno di copertura e/o di riporto. La prima classe è composta da un'alternanza di strati sabbioso - limosi e limoso -sabbiosi di natura piroclastica, con ghiaie costituite da pomici e lapilli, sciolti o mediamente addensati che si attestano fino ad una profondità di circa 12,00 metri. Al disotto di questa prima classe litologica la zona ZSA1 è caratterizzata dalla profondità di circa 12,00 metri e fino a circa 22,00 metri, da uno strato limoso – sabbioso debolmente argilloso di natura coerente o molto coerente (pozzolana), caratterizzato da uno stato di addensamento da medio a elevato. L'ultima classe litologica che dai 22,00 metri si spinge fin oltre i 30,00 metri di profondità è composta dal Tufo Giallo Napoletano, che granulometricamente può essere paragonabile ad un limo sabbioso addensato o molto addensato che conferisce al deposito un aspetto semilitoide o litoide.

È bene fare una breve precisazione per ciò che riguarda la pericolosità alla liquefazione nell'ambito del territorio comunale.

Come si è detto nella descrizione dell'elaborato G6 – Carta Idrogeologica – la falda acquifera per l'intero territorio comunale risulta molto profonda, presentando infatti una soggiacenza superiore ai 100 metri. Pertanto in base a quanto riportato nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le costruzioni" è soddisfatta per lo stesso territorio comunale la condizione riportata al punto 7.11.3.4.2 dello stesso Decreto. Infatti ai fini dell'omissione della verifica alla

liquefazione deve essere soddisfatta la condizione che la profondità media stagionale della falda deve essere superiore a 15 m dal p.c., cosa che come detto è soddisfatta ampiamente. Dunque la zona cartografata, riferibile al primo livello di microzonazione sismica (livello 1) non è soggetta a liquefazione e quindi non può trasformarsi in zona suscettibile di instabilità, proprio per fenomeni di liquefazione.

In conclusione tutte e due zone cartografate sull'elaborato in questione si riferiscono a zone qualitativamente omogenee per le finalità di pianificazione territoriale di cui trattasi.

6. PERICOLOSITA' SISMICA

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. Tuttavia solo a partire dal XIX secolo gli studiosi di sismologia hanno cominciato ad 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. L'ultima versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI, detta CTPI15, aggiornata al 2015, è stata realizzata utilizzando tutti gli studi macrosismici e strumentali e contiene 4584 terremoti nella finestra temporale 1000 - 2014.

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 ter-reno 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 normativa sismica del territorio italiano (OPCM, n. 3274/2003; OPCM n. 3519 del 28/04/2006 e D.M. 17 gennaio 2018), sottolinea l'importanza della

conoscenza delle condizioni geologiche del sito per adeguare le tecniche di costruzione.

Il territorio comunale di Calvizzano (NA), interessato nell'arco della sua storia sismica da vari eventi, risente fortemente dell'effetto di sismi generatisi in due delle zone sismogenetiche definite dalla Zonazione Sismogenetica ZS9 a cura di Meletti e Valensise (marzo 2004) (cfr. fig. 8).

Tali fasce sismogenetiche sono:

- 927: Appennino campano – lucano;
- 928: Area vulcanica napoletana (Somma – Vesuvio e Campi Flegrei).

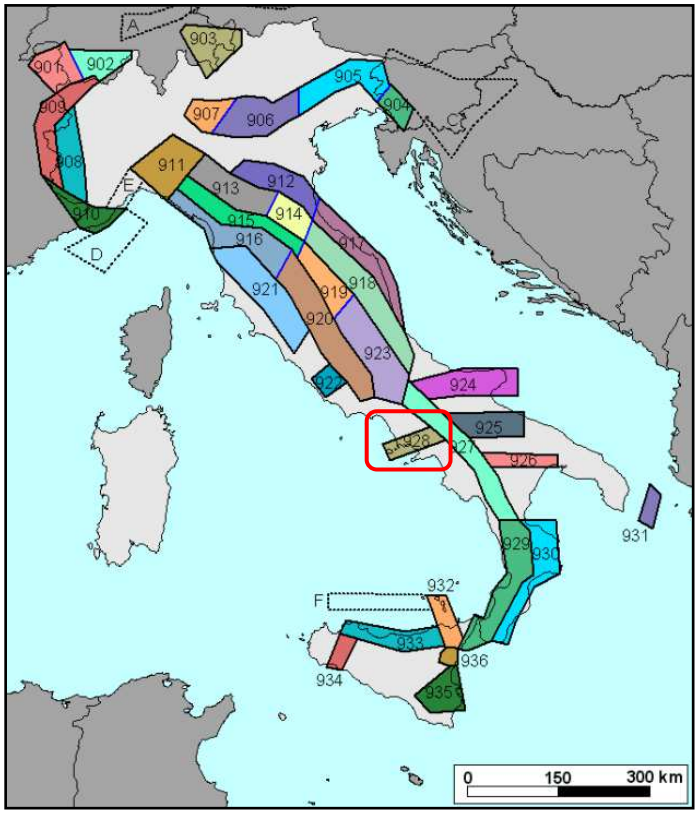

Figura 8 - Zonazione Sismogenetica ZS9. Nel riquadro rosso rientra l'area di interesse.

Dunque il territorio comunale di Calvizzano risulta interessato dagli effetti macrosismici di terremoti appenninici soprattutto di origine tettonica e, in misura subordinata, da eventi di origine vulcanica con epicentro nei distretti del Vesuvio e dei Campi Flegrei.

Tale territorio, pur ricadente nella zona sismogenetica 928 Ischia – Vesuvio – Campi Flegrei, è stato quindi soggetto prevalentemente a sismi di chiara origine appenninica e quindi risulta interessato dagli effetti macrosismici di terremoti

appenninici di origine tettonica.

Quanto detto sopra, ben si coglie dai dati riportati nella sottostante figura 9, relativa agli eventi più forti (in termini di Intensità macrosismica e Magnitudo) risentiti nel territorio di Calvizzano secondo il CPTI15.

Eventi con magnitudo 4 – 5 ubicati a profondità fino a 35 km, sono molto diffusi soprattutto lungo la catena appenninica; qui i trend di fratturazione principali hanno direzione prevalente NO – SE. Non sono rari eventi con magni-tudo > 6, come quello del 1962 che si è risentito nel territorio di studio con intensità locale non inferiore al VI grado della scala MCS.

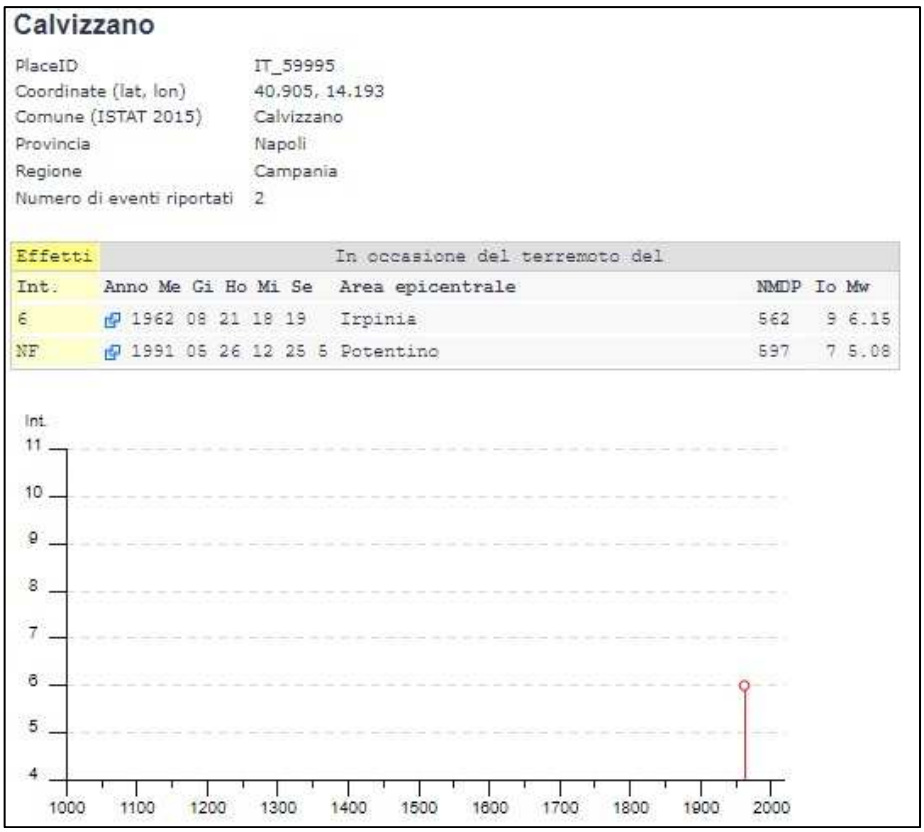

Figura 9.I maggiori terremoti risentiti nel territorio comunale di Calvizzano (NA). LEGENDA: Int = intensità macrosismica locale (MCS),Anno = anno, Me: mese, Gi = giorno, Ho = ora; Mi = minuti, Se = secondi; Area Epicentrale = area sismogenetica; NMDP = Numero di dati macrosismici, Io = Intensità macrosismica epicentrale, Mw = magnitudo (Richter). FONTE : emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/.

Per quanto riguarda la classificazione sismica regionale dalla Delibera della Giunta Regionale n°5447 del 07.11.2002 risulta che il territorio del comune di Calvizzano rientra nella Zona 2 come gran parte della regione, ad eccezione dei comuni della Penisola Stabiese - Sorrentina che sono in Zona 3, mentre gran parte del Sannio e dell'Irpinia, in corrispondenza degli Appennini, rientrano nella

Zona 1 (cfr. fig.10).

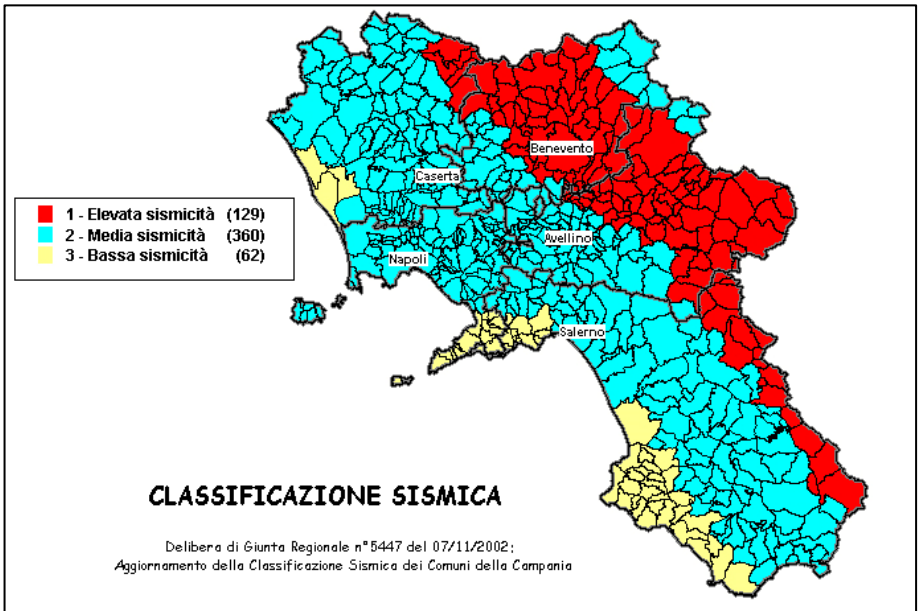

Figura 10. Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania. Zona 1, valore di ag=0.35g; Zona 2, valore di ag=0.25g; Zona 3, valore di ag=0.15g.

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (vedi fig. 11), disponibile on – line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Calvizzano (NA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.150 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento ag; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

La pericolosità sismica definita dall'INGV parte dal presupposto che la sorgente sismogenetica sia ubicata sulla catena appenninica e non tiene, quindi, in considerazione i fenomeni sismici, di intensità diversa rispetto a quella appenninica.

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018, nonché pubblicate sul Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n°42 del 20 febbraio 2018 ed entrate in vigore il 22 marzo 2018, assume particolare importanza la definizione del modello geologico, geotecnico e sismico sulla verticale di uno specifico sito fino alla profondità del substrato o in assenza di esso per i primi 30 m a partire dal piano campagna.

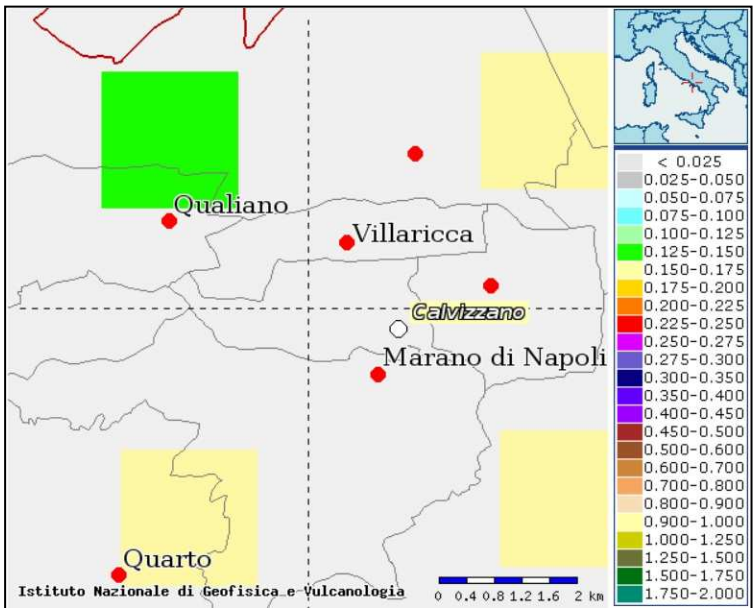

Figura 11. Mappa di pericolosità sismica del territorio comunale di Calvizzano (NA) dell'INGV con i range di valori delle a_g nella legenda corrispondente.

Nell'ambito quindi del territorio comunale di Calvizzano, e nel caso di progettazioni esecutive di opere sia pubbliche che private, al valore dell'accelerazione a_g di base, di cui si è detto pocanzi, vanno aggiunti i fattori stratigrafici e topografici che caratterizzano uno specifico sito, ovvero vanno valutati i fattori di amplificazione stratigrafica e topografica che contraddistinguono lo stesso.

In particolare la valutazione del fattore di amplificazione stratigrafico per ciascun sito (S_S), deve scaturire dalla preliminare determinazione della categoria di sottosuolo che lo caratterizza, così come indicato dalle NTC/2018 (cfr. fig. 12). La determinazione della categoria di sottosuolo, come detta la stessa Normativa Tecnica, va fatta attraverso la ricostruzione della sequenza stratigrafica sito specifica, e attraverso il calcolo della velocità equivalente, V_{Seq}, che contraddistingue lo stesso sito, ovvero attraverso il calcolo della velocità di propagazione delle onde di taglio fino alla profondità del substrato o in mancanza di esso attraverso il calcolo della medesima velocità nei primi 30 metri di profondità (V_{S30}), fattori valutati entrambi mediante adeguate indagini geognostiche e sismiche.

A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Figura 12. Categorie di sottosuolo definite dalle NTC/2018.

Oltre alle amplificazioni stratigrafiche del moto sismico bisogna considerare per uno specifico sito anche quelle di carattere topografico. Nel corso quindi di progettazioni di opere bisogna determinare anche il fattore di amplificazione topografico (S_T), il quale scaturisce dalla preliminare assegnazione della Categoria Topografica allo stesso sito, così come definita sempre dalle NTC/2018 (cfr. fig.13).

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

Figura 13. Categorie topografiche definite dalle NTC/2018.

Sulla base di quanto detto fin qui si può asserire che la pericolosità sismica del territorio di Calvizzano nasce dal fatto che esso ricade in una zona sismogenetica e quindi in caso di evento sismico si possono verificare amplificazioni del moto dovuti ai caratteri litologico - stratigrafico e morfologici del territorio stesso, pertanto ai fini pianificatori ci si può attenere alla carta di microzonazione sismica di cui si è già parlato (M.O.P.S), mentre nel caso di progettazioni esecutive di opere si dovrà determinare oltre all'accelerazione di base a_g anche il fattore stratigrafico e topografico (S_S e S_T relativo allo specifico sito di costruzione) al fine di stabilire sia la categoria di sottosuolo che quella topografica.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le categorie litotecniche rinvenibili nell'ambito del territorio comunale sono prevalentemente due ovvero, una di natura terrigena e l'altra semilitoide e/o litoide. Della prima categoria fanno parte tutti i depositi piroclastici che compongono prevalentemente il territorio comunale in questione, ovvero depositi ascrivibili granulometricamente a sabbia – limose e sabbie – ghiaiose caratterizzate da diverso grado di addensamento. La categoria litotecnica di natura semilitoide è invece composta dal tufo che granulometricamente può essere paragonabile ad un limo sabbioso addensato o molto addensato.

La caratterizzazione geotecnica dei litotipi sopra menzionati è stata ottenuta grazie alle indagini geognostiche prese come riferimento. In particolare si è tenuto conto dei dati restituiti dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni prelevati all'interno dei sondaggi, nonché dalle prove penetrometriche SPT.

Nello specifico sono state consultate le prove di laboratorio eseguite sui campioni di riferimento, i cui risultati sono riportati nell'elaborato RG02 – Indagini geognostiche di riferimento.

In base a quanto accennato in apertura di paragrafo, si può dire che i termini litologici che caratterizzano il territorio comunale di Calvizzano possono essere ricondotti a due classi principali che presentano le seguenti parametri geotecnici medi:

Depositi piroclastici

- Peso unità di volume γ =13,00 – 16,00 kN/m^3;
- Coesione c = 11,8 kPa;
- Angolo di attrito interno φ = 30° - 38°.

Tufo

- Peso unità di volume γ = 15,00 kN/m^3;
- Coesione c = 980,0 kPa;
- Angolo di attrito interno φ = 35,0°.

I parametri geomeccanici sopra riportati si riferiscono sia a quelli scaturiti dalle prove di laboratorio e dalle prove penetrometriche di riferimento, sia ai dati desunti da fonti bibliografiche in materia, in particolare quelli relativi al tufo.

8. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico – tecnico costituisce parte integrante del Piano Urbanistico Comunale di Calvizzano, tale elaborato, in questa fase, rappresenta la verifica delle compatibilità previste dalla normativa vigente al fine di consentire una definitiva adozione dello strumento urbanistico ed acquisire, quindi, i pareri di competenza.

Il presente elaborato ottempera ad una serie di normative per la tutela del territorio dai rischi ambientali, con particolare riguardo a quello idrogeologico e sismico, senza perdere di vista gli altri aspetti più propriamente ambientali (fasce di rispetto, aree d'interesse paesistico, ecc.).

In definitiva, per la redazione di questo studio geologico – tecnico sono state eseguite le seguenti operazioni, sintetizzate e riportate in successione:

- Acquisizione della documentazione tecnico – amministrativa presso gli uffici comunali ed altri enti sovracomunali;
- Analisi normativa della problematica;
- Studio della bibliografia in materia;
- Rilevamento geologico e geomorfologico;
- Redazione della presente relazione con gli allegati.

Lo studio geologico – tecnico così redatto consente agli urbanisti di verificare le compatibilità vigenti per gli aspetti geologici e sismici, ovvero quelli che in aree simili definiscono la trasformabilità dei territori.

Sintetizzando quanto riportato all'interno di questa relazione si evince che le criticità esaminate possono essere ricondotte ai seguenti tre gruppi:

- Pericolosità da frana;
- Pericolosità idraulica;
- Pericolosità sismica.

Per quanto riguarda il rischio idrogeologico, le maggiori pericolosità che caratterizzano il territorio di Calvizzano risultano essere di tipo idraulico in quanto quelle da frana interessano solo marginalmente lo stesso territorio come ampiamente descritto nei paragrafi precedenti. La pericolosità idraulica invece si concentra soprattutto lungo i due corsi d'acqua principali del territorio comunale (Fosso del Carmine e Alveo dei Camaldoli), in quanto sullo stesso territorio non

è stata osservata un'altra rete idrografica ben definita. La pericolosità idraulica si manifesta in particolar modo attraverso possibili fenomeni di crisi idraulica per occlusione o diminuzione di sezione drenante degli alvei sopra citati in occasione di eventi meteorici critici.

Per quanto concerne la pericolosità sismica ed in particolare all'intensità sismica che si sviluppa sul territorio di Calvizzano a seguito di eventi sismici appenninici o legati all'attività vulcanica dei distretti vicini, si rimanda a quanto dettagliatamente specificato nei paragrafi precedenti.

In merito alle prescrizioni che si possono suggerire alla fine di questa ampia analisi territoriale, per gli aspetti di cui al presente studio, si rimanda, a tutto quanto previsto dalle Norme di Attuazione del P.S.A.I. vigente e di quelle previste dal D.M. 17.01.2018.

Inoltre si rappresenta, anche alla luce del quadro conoscitivo geognostico, di valutare preliminarmente le conseguenze delle costruzioni sui terreni di sedime. Tali valutazioni dovranno comunque essere parte integrante della progettazione esecutiva in vigenza delle Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018.

Questo in merito all'incarico conferitomi, si resta a disposizione per eventuali delucidazioni in merito, anche presso gli enti preposti al rilascio di pareri.

Pompei lì, febbraio 2020

Il geologo
dott. Ugo Ugati

9. BIBLIOGRAFIA

- *AA. VV.,* Lineamenti di geologia regionale e tecnica, FORMEZ, Napoli, 1984;
- *AGIP,* Modello geotermico del sistema flegreo, SERG – MESG, San Donato Milanese, 1987;
- *Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania,* Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio, V.A.M.S., Napoli, 2002;
- *Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania,* Piano Tutela Acque, Gruppo di Lavoro Interno e Consulenti, Napoli, 2004;
- *Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale,* Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio, Napoli, 2015;
- *Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni, Smriglio G. & Valensise G.,* Catalogo dei Forti Terremoti Italiani dal 461 a. C. al 1997.Annali di Geofisica, Roma, 2000;
- *Bosellini et alii,* Rocce e successioni sedimentarie, UTET, Torino, 1989;
- *Carrara et alii,* Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: metodi geoelettrici e sismici, LIGUORI, Napoli, 1992;
- *Castiglioni G.B.,* Geomorfologia, UTET, Torino, 1992;
- *Celico P.,* Prospezioni idrogeologiche, LIGUORI, Napoli, 1986;
- *Celico P. et alii,* Schema idrogeologico e idrogeochimico dei Campi Flegrei (NA), Atti Conv. Naz. Giovani Ricercatori, Milano, 1993;
- *Cestelli Guidi C.,* Geotecnica e tecnica delle fondazioni, HOEPLI, Milano, 1981;
- *Cocco E. & Ferrillo P.,* Indagini geologiche e geognostiche per l'adeguamento del P.R.G., Napoli, 1987;
- *Colombo P.,* Elementi di geotecnica, ZANICHELLI, Bologna, 1996;

— *Cremonini G.,* Rilevamento geologico, PITAGORA, Bologna, 1985;

— *Esposito L.,* Esplorazione del sottosuolo, RCE, Napoli, 2001;

— *Ferrante G.,* Integrazioni indagini geognostiche ai fini della prevenzione del rischio sismico (D.R.G.C. n°5447 del 07/11/2002), Calvizzano, 2004;

— *Ferrante G.,* Integrazioni alla relazione geologica con indagini geognostiche, così come previsto dall'O.P.C.M. n°3274/2003 e D.G.R. n°816 del 17/06/2004, Calvizzano, 2006;

— *Geochimie,* Microzonazione sismica del Comune di Calvizzano, 2019;

— *Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti,* Norme Tecniche per le Costruzioni, Roma, Gazzetta Ufficiale n°42 del 20 febbraio 2018;

— *Regione Campania,* Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico, Napoli, Bollettino Ufficiale n°8 del 26 gennaio 1983;

— *Regione Campania,* Norme sul governo del territorio, Napoli, Bollettino Ufficiale n°65 del 28 dicembre 2004;

— *Servizio Geologico Nazionale,* Carta geomorfologica d'Italia – Guida al rilevamento, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 1994;

— *Spagna V.,* Aerogeologia, PITAGORA, Bologna, 2002;

— *Strahler A.N.,* Geografia Fisica, PICCIN, Padova, 1984;

– *Vallario A.,* Frane e territorio, LIGUORI, Napoli, 1992.