



Comune di **VILLAMAINA** (AV)

PIANO URBANISTICO COMUNALE

(L.R. 16 del 22/12/2004 e s.m.i. Regolamento di Attuazione n° 5 del 04/08/ 2011)

PUC
2023

STUDIO GEO - SISMICO

(l.r. 09 del 07/01/1983 e s.m.i. - D.P.R. 380/2001 e s.m.i.)

Prof. Nicola Trunfio
Sindaco

arch. Franca Stanco
Responsabile UTC

1:25000 ○	1:10000 ○	1:5000 ○	1:2000 ○
			
Sistema di citta' : Citta' Longobarda STS: B1 - Alta Irpinia		SIGLA	ALLEGATO
		G1	00

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

dr. geol. Ciriaco Basso

INDICE

PREMESSA	1
1.0 INDAGINI DI RIFERIMENTO	2
1.1 INDAGINI PREESISTENTI	2
1.2 INDAGINI ESEGUITE PER IL PRESENTE STUDIO A CORREDO DEL PUC	4
2.0 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	6
2.1 EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA	6
2.2 GEOLOGIA	8
2.3 GEOMORFOLOGIA	13
2.4 IDROGEOLOGIA	16
3.0 INQUADRAMENTO SISMICO	20
3.1 SISMICITA' STORICA	20
3.2 PERICOLOSITA' DI BASE E RISCHIO SISMICO	24
4.0 INQUADRAMENTO DELLA VINCOLISTICA GEOLOGICA	29
4.1 VINCOLO IDROGEOLOGICO (RDL 3267/23)	29
4.2 RISCHIO IDRAULICO	30
4.3 RISCHIO DI FRANA E PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	31
5.0 CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE LOCALI	34
5.1 CARTA GEOLITOLOGICA	34
5.2 SEZIONI GEOLOGICHE	41
6.0 CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI	43
7.0 IDROGEOLOGIA	54
7.1 CARTA IDROGEOLOGICA	54
8.0 GEOMORFOLOGIA E STABILITA'	59
8.1 CARATTERI GEOMORFOLOGICI	59
8.2 CARTA DELLA STABILITA'	61
9.0 MICROZONAZIONE SISMICA	64
9.1 SCOPI E METODOLOGIA ADOTTATA	65
9.2 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	69
9.3 CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA AI SENSI DELLE NTC 2018	75
CONCLUSIONI	77
BIBLIOGRAFIA SOMMARIA	80

ALLEGATI

- G1 A.1 CARTA DELLE PENDENZE – Scala 1:10.000
- G2 A.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA IN PROSPETTIVA SISMICA – Scala 1:10.000

ELABORATI

- G.1 RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA (Presente elaborato)
- G.2 CARTA UBICAZIONE DELLE INDAGINI - Scala 1:5.000
- G.3 CARTA GEOLITOLOGICA E SEZIONI - Scala 1:5.000
- G.4 CARTA IDROGEOLOGICA - Scala 1:5.000
- G.5 CARTA DEGLI SCENARI DI RISCHIO – Scala 1:5.000
- G.6 CARTA DELLA STABILITA' – Scala 1:5.000
- G.7 CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA (M.O.P.S.) – Scala 1:5.000
- G.8 CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA (NTC2018) – Scala 1:5.000
- G.9 FASCICOLO INDAGINI PER IL PRESENTE STUDIO
- G.10 FASCICOLO INDAGINI PREESISTENTI



PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Villamaina (Determina UTC n. 49 del 28/05/2021) sono stati espletati gli studi geologico-tecnici relativi all'intero territorio comunale a corredo dell'aggiornamento e della revisione del Piano Urbanistico Comunale (PUC). Nel rispetto di quanto previsto dalla L. R. 9/83 e s.m.i., L. R. 16/04 e s.m.i. e dai D.M. 14 gennaio 2008 e 17 gennaio 2018, l'indagine è articolata seguendo il seguente programma:

- a) ricerca e consultazione della bibliografia tecnico-scientifica esistente;
- b) rilevamento geologico-tecnico areale e di dettaglio;
- c) rilevamento geomorfologico ed idrogeologico applicativo;
- b) programmazione e realizzazione di indagini e prove geognostiche, geotecniche e geofisiche;
- d) analisi aerofotogrammetrica dell'area;
- e) elaborazione dati acquisiti e stesura della presente relazione e dei vari elaborati allegati.

La geologia, la geomorfologia e l'idrogeologia del territorio comunale sono state inquadrare nel contesto geologico-strutturale, geomorfologico e idrogeologico regionale e, alla luce della storia sismica regionale, è stata eseguita l'analisi della sismicità storica di Villamaina e della relativa pericolosità di base propedeutica alla zonazione sismica del territorio comunale. Sono stati inoltre individuati ed approfonditi gli elementi geologici di vincolo gravanti sull'area in oggetto.

I rilevamenti sul terreno sono stati effettuati alla scala 1:5.000 per l'intero territorio comunale e hanno consentito, anche con l'ausilio di tecnologie CAD e GIS, la produzione delle seguenti carte tematiche, stampate in scala 1:5.000/1:10.000:

- G.1 RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA (Presente elaborato)
- G.1 A1 CARTA DELLE PENDENZE - Scala 1:10.000
- G.1 A2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA IN PROSPETTIVA SISMICA - Scala 1:10.000
- G.2 CARTA UBICAZIONE DELLE INDAGINI - Scala 1:5.000
- G.3 CARTA GEOLITOLOGICA E SEZIONI - Scala 1:5.000
- G.4 CARTA IDROGEOLOGICA - Scala 1:5.000
- G.5 CARTA DEGLI SCENARI DI RISCHIO – Scala 1:5.000
- G.6 CARTA DELLA STABILITA' – Scala 1:5.000
- G.7 CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA (M.O.P.S.) – Scala 1:5.000
- G.8 CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA (NTC2018) – Scala 1:5.000
- G.9 FASCICOLO INDAGINI ESEGUITE PER IL PRESENTE STUDIO
- G.10 FASCICOLO INDAGINI PREESISTENTI



1.0 INDAGINI DI RIFERIMENTO

1.1 INDAGINI PREESISTENTI

Sul territorio comunale sono state eseguite varie campagne di indagini in relazione ad altrettanti studi geologico – tecnici commissionati sia dall'Amministrazione Comunale che da altri Enti. Esse consistono in indagini geognostiche (sondaggi geognostici a carotaggio continuo con relative prove in sito e di laboratorio) e sismiche (masw, down-hole, hvsr) nell'ambito degli strumenti urbanistici comunali e per altre tipologie di lavori pubblici di seguito specificate.

1) Indagini a corredo dello studio geologico per il Piano Regolatore Generale (Geo-Consult srl - 1984):

- n. 22 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S1 ÷ S22);
- n. 8 analisi e prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno.

2) Indagini a corredo dello studio geologico per il progetto di ricostruzione del Ponte Formulano (Dr. Geol. M. Lupo - 2004):

- n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S_F1 – S_F2);
- n. 3 analisi e prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno.

3) Indagini a corredo dello studio geologico di Caratterizzazione della Discarica Comunale (Geo-Consult srl - 2007):

- n. 3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S_D^C1 ÷ S_D^C3).

4) Indagini a corredo dello studio geologico per la costruzione della strada "Fondovalle Fredane" (Geo-Consult srl- 2007):

- n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S_S1 - S_S2);
- n. 1 analisi e prove di laboratorio su campione indisturbato di terreno.

5) Indagini a corredo dello studio geologico per la redazione del Piano Urbanistico Comunale (Geo-Consult srl- 2008):

- n. 6 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S_P1 ÷ S_P6).

6) Indagini a corredo dello studio geologico per la realizzazione della Strada veloce Lioni-Grottaminarda (Trivel Sondaggi srl- 2009):

- n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo (SF12);



- n. 2 analisi e prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno.

7) Indagini a corredo dello studio geologico per la realizzazione della Strada veloce Lioni-Grottaminarda (PIGI srl, 2009):

- n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (SA13 – SA14);
- n. 3 analisi e prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno.

8) Indagini a corredo dello studio geologico per l'ampliamento del Cimitero Comunale (Geo-Consult srl-2009):

- n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S_{C1} – S_{C2});
- n. 1 analisi e prove di laboratorio su campione indisturbato di terreno;
- n. 1 prospezione sismica DOWN-HOLE (S_{C1DH}).

9) Indagini a corredo dello studio geologico per i lavori di riqualificazione urbana tra Piazza S. Antonio e Piazza del Carmine (Gruppo PLP – 2011):

- n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S_{R1} – S_{R2});
- n. 2 analisi e prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno;
- n. 2 prospezioni sismiche MASW (M_{R1} - M_{R2}).

10) Indagini a corredo dello studio geologico per la Bonifica e messa in sicurezza della Discarica Comunale (Geo-Consult srl - 2014):

- n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo (S_{D1});
- n. 2 analisi e prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno;
- n. 1 prospezione sismica MASW (M_{D1}).

11) Indagini a corredo dello studio geologico per la sistemazione dell'area in frana in località Gaudiello-Campo Sportivo (Geo-Tecnica - Anno 2021):

- n. 4 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S_{G1} ÷ S_{G4});
- n. 4 analisi e prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno;
- n. 2 prospezioni sismiche MASW (M_{G1} – M_{G2});
- n. 1 prospezione sismica DOWN-HOLE (S_{G1DH});
- n. 1 prospezione sismica HVSR (T_{G1}).

Dette indagini sono riportate nell'elaborato **G.10 “Fascicolo Indagini preesistenti”**.



1.2 INDAGINI ESEGUITE PER IL PRESENTE STUDIO A CORREDO DEL PUC

Per la redazione del Piano Urbanistico Comunale è stata eseguita una specifica campagna di indagini e prove geognostiche, geotecniche e geofisiche per la definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni presenti nelle aree di maggiore interesse ai fini urbanistici.

In particolare, i lavori sono stati eseguiti dall'Impresa "Tecnogeo srl" di Paolisi (Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti – Esecuzione indagini geologiche in sito Settore C n. 157 del 19/04/2011) e consistono in:

N°2 SONDAGGI GEOGNOSTICI del tipo a carotaggio continuo per un totale di 50,0 metri di perforazione; la profondità massima investigata è di 30,0 m. Il dettaglio dei quantitativi di perforazione effettuati, delle profondità e della tipologia di perforazione effettuata è riportato nelle allegate colonne stratigrafiche. I sondaggi sono stati realizzati con le seguenti attrezzature di perforazione: n.1 perforatrice idraulica marca CMV modello MK 600 attrezzata con carotiere semplice e doppio, con campionatori tipo Shelby e Mazier ed attrezzatura per il rivestimento del foro di perforazione.

N°6 PROVE S.P.T. (Standard Penetration Test) eseguite eseguite nel corso dei sondaggi a rotazione. Le prove sono state eseguite utilizzando un meccanismo a sganciamento automatico e campionatore di tipo Raymond a punta aperta o chiusa secondo le disposizioni della DD.LL. Le caratteristiche strumentali sono riportate nel modulo S.P.T. allegato.

N°6 PRELIEVO DI CAMPIONI nel corso dell'esecuzione dei sondaggi a rotazione, prelevati con campionatore a pressione tipo Shelby. I campioni prelevati sono di tipo indisturbato.

N°6 ANALISI DI LABORATORIO eseguite sui campioni di terreno indisturbato. Gli esiti delle prove di laboratorio sono riportati nei certificati allegati.



N°3 MISURE DELLA Vs30 CON LA TECNICA MASW con sismografo Marca Geometrics Modello GEODE a 24 canali collegato tramite una PMCIA ad un computer portatile. Sono stati eseguiti 3 (tre) stendimenti sismici di 66 m disponendo i geofoni ad una distanza costante lungo una linea retta.

N°12 x 3 MISURE DELLA Vs30 CON LA TECNICA ReMi (Refraction Microtremor) con sismografo Marca Geometrics Modello GEODE a 24 canali collegato tramite una PMCIA ad un computer portatile. Sono state eseguite tre serie di 12 registrazioni ciascuna del rumore di fondo; ogni registrazione ha la durata di 30 secondi con intervallo di campionamento di 2 secondi.

N°1 PROVA SISMICA IN FORO TIPO "DOWN-HOLE" con sismografo Marca Geometrics Modello GEODE a 24 canali e geofono tridimensionale da foro Mod. Geostuff. L'indagine sismica è stata spinta fino alla profondità di 30,00 m eseguendo misurazioni ogni 2,00 m. L'offset è di 4.0 m.

Tutte le indagini geognostiche innanzi elencate sono distribuite sull'intero territorio comunale e la maggior parte di esse è concentrata nel centro urbano e nelle aree immediatamente circostanti ad esso e sono cartografate nell'elaborato **G.2 "Carta Ubicazione delle Indagini"**.



2.0 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

2.1 EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA

L'evoluzione paleogeografica dell'area è stata caratterizzata da un lungo periodo in cui sono stati prevalenti i fenomeni sedimentari su quelli tettonici che ha portato alla formazione di gran parte dei terreni di substrato attribuibili alle unità Lagonegresi nel bacino marino omonimo, tra il Cretacico ed il Miocene inferiore. Contemporaneamente si assisteva alla formazione di successioni carbonatiche di piattaforma (Piattaforme Appenninica e Apula) che individuavano vari bacini marini più o meno profondi tra il Tirreno e l'Adriatico. A partire dal Tortoniano superiore e fino al Pleistocene superiore l'evoluzione geologica è caratterizzata da movimenti tettonici che generano una serie di raccorciamenti e sovrascorrimenti delle formazioni marine esistenti che assumono il carattere di coltri di ricoprimento e, procedendo dal Tirreno verso l'Adriatico, danno origine all'attuale catena appenninica per sovrapposizione dei terreni più interni (occidentali) su quelli esterni. In particolare nel Tortoniano superiore-Messiniano inferiore una fase tettonica di importanza regionale provoca, tra l'altro, il sovrascorrimento dei terreni lagonegresi su quelli della Piattaforma Appenninica, come evidenziato nell'area in esame da sondaggi profondi per ricerche di idrocarburi.

Le condizioni di conseguenza mutano completamente e si assiste alla formazione di una serie di bacini di dimensioni ridotte rispetto al passato, ubicati sul dorso dei terreni deformati preesistenti (bacini di piggy-back), in cui la sedimentazione alimentata dallo smantellamento rapido dei bordi tettonicamente attivi risulta caratterizzata dalla formazione di potenti depositi silico-clastici. Sempre nel Messiniano il Mediterraneo è interessato da un abbassamento generalizzato del livello del mare che porta alla formazione di depositi evaporitici diffusi in tutta la Penisola (Serie gessoso-solfifera Auct.).

Nel corso del Messiniano la sedimentazione evaporitica viene interrotta bruscamente da un evento tettonico di particolare importanza per intensità e significato paleogeografico. A seguito di tale evento la Catena avrebbe subito una generale traslazione verso aree più esterne (ORTOLANI, 1979), mentre sul margine tirrenico



si sarebbero realizzati prevalentemente fenomeni distensivi (SARTORI, 1987; TORRE et al., 1988; PATACCA et alii, 1989, 1990).

Numerosi studi condotti in Campania ed in Calabria hanno evidenziato che successivamente a tale evento tettonico la sedimentazione è ripresa localmente in alcuni bacini di tipo piggy-back, dove si è sviluppato un ciclo sedimentario di età Messiniano superiore - Pliocene inferiore, con alla base depositi clastici grossolani di ambiente continentale con facies e faune di "lago mare" (CIAMPO et alii, 1986), e depositi argilloso-marnosi, di età già pliocenica, nella porzione alta.

Alla costruzione del complesso quadro geologico-strutturale di questa porzione di Catena ha concorso anche la successiva fase del Pliocene inferiore, anche essa a carattere traslativo; chiare evidenze di questa ultima fase tettonica (PATACCA & SCANDONE, 1989), non sono presenti in affioramento nell'area in esame. In seguito a tale evento si instaurano in parte dell'area condizioni francamente marine con la formazione di potenti successioni terrigene clastiche (Unità di Ariano). Nel corso del Pliocene l'attività tettonica sinsedimentaria ha fortemente influenzato l'evoluzione dei bacini intracatena ubicati sulle coltri (piggy-back basins), conferendo ad essi una articolata distribuzione ed estensione areale, cui si contrappone una forte analogia delle litofacies.

A partire dal Pliocene medio-superiore, la conformazione paleogeografica dell'area muta completamente e si passa da condizioni originarie caratterizzate da un bacino a prevalente sedimentazione marina di limitata estensione e profondità, delimitato da dorsali montuose poco elevate e allineate in direzione appenninica, ad un paesaggio continentale individuatosi a seguito di una generale surrezione dell'area.



2.2 GEOLOGIA

L'area in esame è ubicata nell'Appennino Irpino, una zona di transizione tra due archi minori dell'Appennino meridionale: il segmento molisano-sannitico a nord e il segmento campano-lucano a sud (PATACCA et alii, 1992). Questi due grandi elementi strutturali si congiungono a nord della sinforme dell'Ofanto; la linea di svincolo trasversale è costituita dalla linea Bagnoli Irpino-T. Calaggio, interpretata in passato come linea trascorrente sinistra, attiva tra il Pliocene ed il Pleistocene medio. La zona appenninica (catena) è il risultato di complesse fasi compressive e traslative avvenute fra il Tortoniano superiore ed il Pleistocene inferiore, con conseguente ampliamento del bacino di retroarco tirrenico (Fig. 1).



Figura 1: Inquadramento geologico-strutturale

Il risultato attuale delle varie fasi tettoniche è schematizzabile in una pila di falde sovrapposte di terreni sedimentari, per lo più marini e di età compresa tra il Trias ed il Miocene medio, avanzate sul margine dell'avampaese apulo (Fig 2).

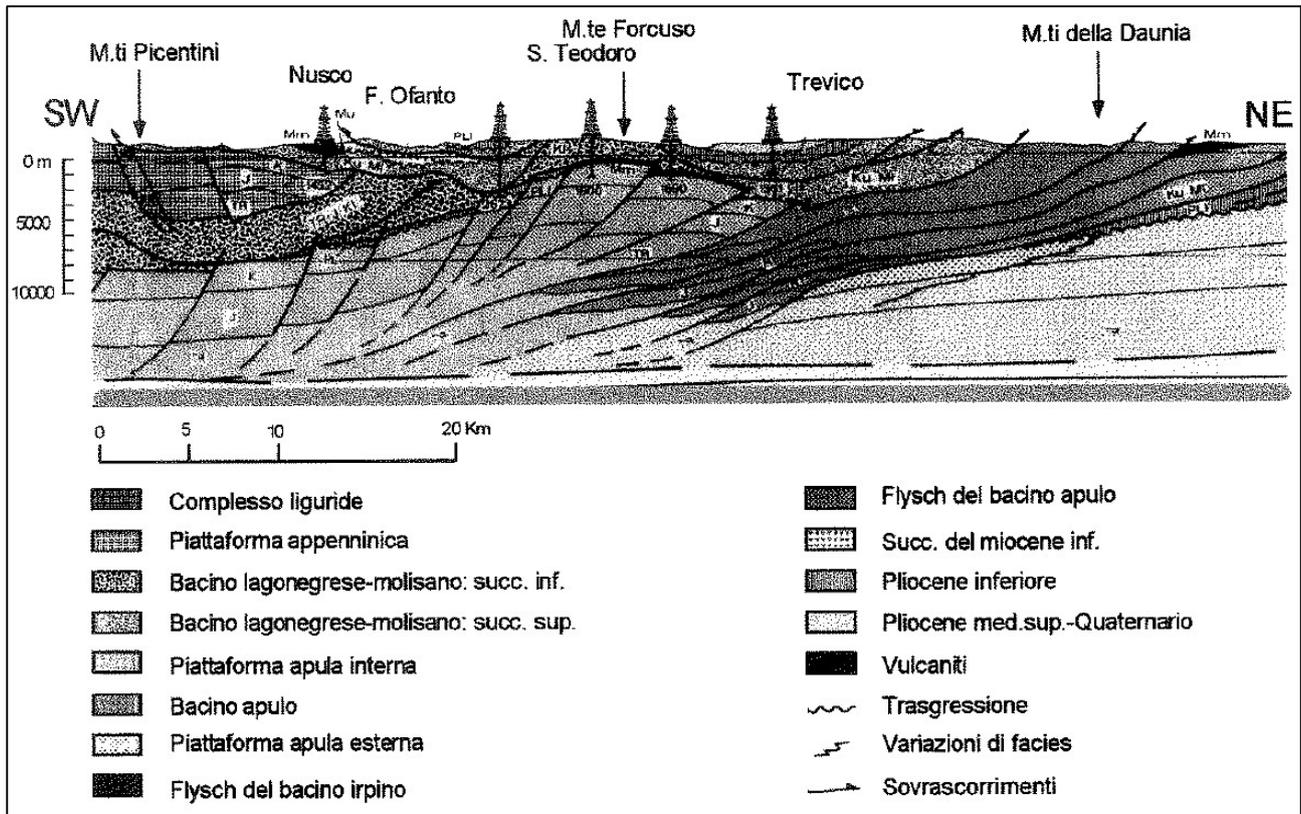


Figura 2 - Sezione geologica del settore irpino (da Mostardin et alii,1986)

I corpi geologici affioranti sono strutturati in unità tettoniche disposte secondo fasce orientate in senso appenninico, con vergenza di accavallamento orientale, e derivano dalla deformazione di successioni bacinali ubicate lungo il margine continentale passivo della microzolla adriatico-apula.

Nel settore in esame sono distinguibili le seguenti unità stratigrafico strutturali:

- **Unità tettonica della Daunia** (Dazzaro et alii, 1988) originariamente più esterna, che attualmente è in posizione geometrica inferiore e comprende depositi della zona più esterna del Bacino lagonegrese-molisano; è costituita da una successione di depositi calcareo-clastici, calcarei, marnosi e argillosi, per lo più torbiditici, di bacino e di rampa carbonatica, ed infine evaporitici e clastici, di età compresa tra l'Eocene ed il Miocene;



- **Unità tettonica del Fortore** (Dazzaro et alii, 1988; Pescatore et alii, 2000), originariamente più esterna, che attualmente è in posizione geometrica più elevata e comprende depositi della zona assiale del Bacino lagonegrese-molisano, di età compresa tra il Cretacico sup. e Miocene;
- **Unità tettonica di Frigento** (Di Nocera et alii, 2002), originariamente più interna, che occupa attualmente la posizione geometrica più elevata e comprende depositi riferibili alla Serie calcareo-silico-marnosa (Scandone, 1967) del margine interno del Bacino lagonegrese-molisano; l'età è compresa tra il Triassico ed il Miocene.

In discordanza sulle successioni preorogene e di avanfossa delle unità tettoniche appena descritte sono presenti depositi prevalentemente silico-clastici inquadrabili nelle seguenti unità:

- **Unità stratigrafiche sinorogene del Miocene medio-superiore** di natura silico-clastica di età compresa tra il Tortoniano superiore ed il Messiniano inferiore.
- **Supersintema di Ariano** comprendente successioni clastiche, depositi in ambienti compresi tra il marino prossimale, il costiero-lagunare e l'alluvionale di età Pliocenica, che poggiano mediante superfici di unconformità sul substrato, costituito dalle unità stratigrafico strutturali preesistenti.

In tale contesto geologico-strutturale il Comune di Villamaina si colloca presso il margine settentrionale del Foglio 186-Sant'Angelo dei Lombardi e quello meridionale del Foglio 174-Ariano Irpino, in corrispondenza del fianco meridionale di una struttura geologica di importanza regionale nota come "struttura di Frigento".

Essa è rappresentata da un'ampia piega-faglia anticlinale molto articolata, con asse principale orientato NW-SE e vergente verso est.

Per quanto attiene l'assetto tettonico, la struttura di Frigento è delimitata, a nord, da una faglia diretta ad andamento NW-SE che si sviluppa parallelamente al corso del fiume Ufita, mentre a sud il limite dell'anticlinale è rappresentato da un'ulteriore faglia diretta ad andamento NW-SE che si sviluppa parallelamente al corso del fiume Fredane (limite meridionale del territorio comunale di Gesualdo-Villamaina). A ovest e ad est, verso Rocca



San Felice, la piega-faglia è intersecata da due linee trasversali alla catena di importanza regionale, orientate SW-NE. Elementi strutturali secondari sono paralleli o intersecano quelli citati articolando ulteriormente, sia l'originaria sequenza stratigrafica dei terreni affioranti, che l'assetto tettonico descritto (Fig. 3).

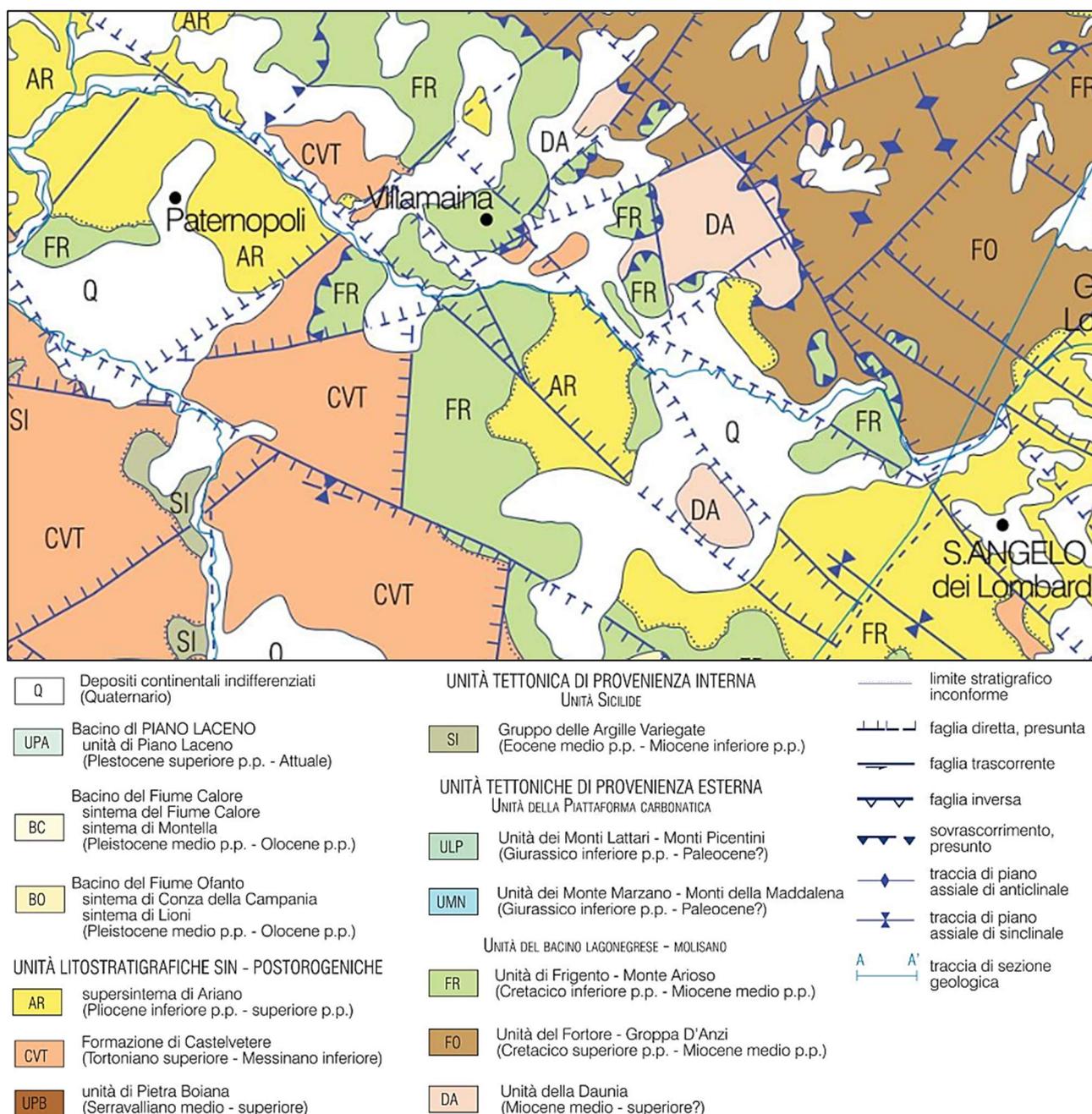


Figura 3 - Schema tettonico dell'area in esame (fonte Ispra, modif.)

I terreni appartenenti all'Unità Tettonica della Daunia, affioranti in ambito comunale, sono rappresentati

localmente da:



- **Flysch di Faeto (FAE)**, formazione prevalentemente calcareo-marnosa, costituita da un'alternanza di calcareniti biancastre torbiditiche, calciruditi, brecciole calcaree e marne biancastre (Eocene- Miocene Inf.).

L'Unità del Fortore è rappresentata localmente dal basso da:

- **Gruppo delle Argille Variegata (AV)**, costituita da argille marnose ed argilliti grigie e varicolori con intercalazioni di marne calcaree, calcari marnosi, calcilutiti e arenarie (Cretacico superiore-Miocene inferiore);

- **Formazione di Corleto Perticara (CPA)**, data da una litofacies arenaceo-marnosa costituita da calcari litoclastici, calcari cristallini, litoareniti quarzose, calcari marnosi, argille marnose verdi, arenarie torbiditiche (Eocene – Oligocene).

La formazione appartenente all'Unità di Frigento, affiorante in ambito comunale, è localmente rappresentata dal basso da:

- **Flysch Rosso (FYR)**, costituito da argilliti marnose e marne policrome con calcilutiti e calcareniti bianche, affiora abbondantemente nel territorio comunale (Cretacico superiore-Burdigaliano);

- **Flysch Numidico (FYN)**, costituito da quarzareniti silicee subordinate a quarzosiltiti, argille marnose grigio-verdastre, siltiti rossastre e calcareniti grigie (Burdigaliano sup.-Langhiano).

Le Unità stratigrafiche sinorogene del Miocene medio-superiore sono rappresentate localmente da:

- **Formazione di Castelvete (CVT)** costituita da una successione silico-clastica composta in prevalenza da arenarie a grana media e grossa, conglomerati, siltiti e arenarie siltose ed ancora argille marnose e siltose (Tortoniano sup. – Messiniano inf.).

I terreni del Supersistema di Ariano sono rappresentati da:

- Litofacies conglomeratico-sabbiosa di **Ruvo del Monte (RVM_b)** conglomerati poligenici in matrice arenacea con intercalazioni di lenti sabbioso-siltose e strati sabbiosi (Pliocene sup).

Al di sopra di tutti i termini geologici citati si ritrovano inoltre, con spessori variabili da qualche metro fino ai 10 m, depositi continentali quaternari costituiti da terreni di riporto, depositi alluvionali, depositi eluvio-colluviali, depositi di frana, detrito di versante e depositi travertinosi.



2.3 GEOMORFOLOGIA

Il Comune di Villamaina ricade nella TAV. 26 - Montella del foglio IGM in scala 1:25000 e si estende su un'area collinare con una superficie di 9.08 Km².

Il territorio comunale si sviluppa in destra orografica del Torrente Fredane che ne costituisce il limite amministrativo meridionale con i comuni di Torella dei Lombardi e Sant'Angelo dei Lombardi e, per porzioni limitate, con i Comuni di Rocca S. Felice (Vallone dei Bagni) e Paternopoli. Lungo il settore occidentale il vallone Gialloise segna il limite amministrativo con il Comune di Gesualdo, mentre il limite nord-orientale con il comune di Frigento risulta irregolare e non corrisponde a particolari elementi fisici (Fig. 4).



Figura 4 - Inquadramento territoriale dell'area in esame (fonte Google Earth)

Dal punto di vista altimetrico l'ambito comunale si estende tra 349 m s.l.m., in corrispondenza del Torrente Fredane, e 616 m s.l.m. in prossimità del centro abitato che si sviluppa su un alto morfologico costituito prevalentemente da termini litoidi calcarenitici.

Lo spartiacque principale dell'area, impostato su un lembo di superficie di spianamento sommitale, è quello che divide i bacini del f. Ufita e t. Fredane, entrambi tributari del fiume Calore; tale elemento fisiografico



è situato esternamente al territorio comunale e coincide con il tracciato della SS. 303 (Comune di Frigento), orientato all'incirca ovest-est.

Il versante a sud dello spartiacque principale raccorda la superficie sommitale con il talweg del t.Fredane (780 - 349 m s.l.m.) impostato su litologie di substrato variabili per età, genesi e competenza (calcari, argille, marne, conglomerati, arenarie e sabbie) risulta articolato sia nell'andamento plano-altimetrico che per le fenomenologie geomorfologiche riscontrabili. In primo luogo il profilo di raccordo tra superficie sommitale e torrente Fredane è caratterizzato da alcune rotture di pendenza con un tratto subpianeggiante, corrispondente ad una superficie erosionale intermedia, disposto a quote comprese tra 600 e 550 m s.l.m..

Le pendenze rilevabili in ambito comunale sono in massima parte inferiori al 20% con tratti caratterizzati da valori che oscillano tra il 50%, in corrispondenza di litologie più competenti, ed il 5% (Fig. 5).

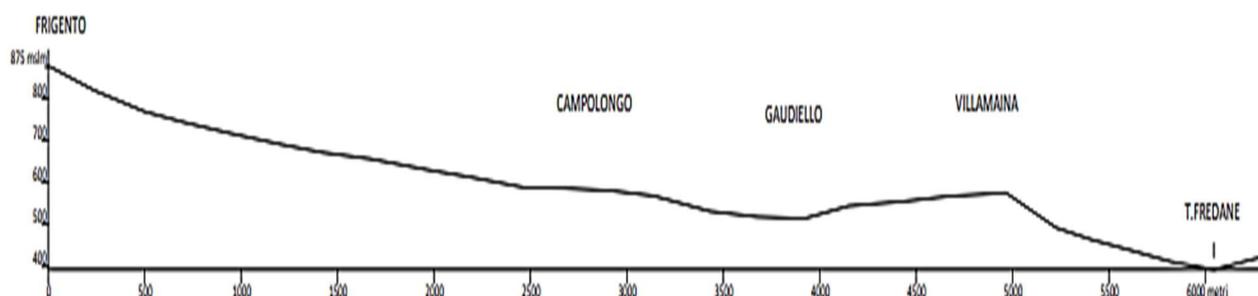


Figura 5 – Profilo topografico Nord-Sud del territorio comunale di Villamaina (fonte Google Earth)

I terreni di copertura detritica eluvio-colluviali sono molto diffusi nella parte alta e intermedia del territorio comunale mentre le aree caratterizzate da fenomeni di dissesto sia superficiali che profondi si concentrano lungo i versanti di raccordo con i principali corsi d'acqua (Torrente Fredane, V.ne Gialloise, V.ne dei Bagni ecc)

La franosità più superficiale è connessa per lo più all'azione erosiva dei rami drenanti secondari, quella più profonda è legata alle condizioni morfostrutturali locali ed a modificazioni delle stesse nel corso del Quaternario. In fondovalle sono infine presenti depositi fluvio-torrentizi, attuali e terrazzati a più quote, e conoidi alla confluenza dei tributari del torrente Fredane.



I lembi di superficie subpianeggiante (Campolongo, zona urbana, Felitto) correlabili tra loro, e la presenza dei depositi di travertino fino a + 100 metri dall'attuale fondovalle e di depositi fluviali terrazzati fino a + 20÷30 mt. dal talweg attuale, nel complesso testimoniano di un'evoluzione articolata dell'intero versante, strettamente legata ai movimenti neotettonici essenzialmente verticali, con fasi alterne di sollevamento e stasi, e alternanza di periodi climatici freddi e caldi dell'ultima parte del Quaternario. Tale evoluzione è ancora in atto e si manifesta in tutta l'area del territorio comunale mediante l'azione erosiva dei rami drenanti in approfondimento in quanto non in equilibrio con l'attuale livello di base dell'erosione.



2.4 IDROGEOLOGIA

L'indagine idrogeologica del territorio comunale, inquadrata nel contesto regionale (Celico, 1983; Aquino et al., 2006), ha consentito di definire i complessi idrogeologici presenti, distinti per differente comportamento rispetto alla circolazione idrica sotterranea, in funzione del tipo e del grado di permeabilità relativo.

Con riferimento alle Fig. 6 e 7 (*Carta Idrogeologica della Provincia di Avellino* - Aquino et alii, 2006, *modif.*), nell'ambito comunale sono distinguibili vari complessi idrogeologici derivanti dall'associazione dei tipi litologici presenti in gruppi a comportamento sostanzialmente identico nei confronti dell'infiltrazione e della circolazione idrica sotterranea.

- Complesso alluvionale (1-2): composto da terreni quaternari ghiaioso-sabbiosi (1) in matrice limoso-sabbiosa con lenti argillose, sciolti o poco cementati, con grado di permeabilità medio-elevato per porosità e fessurazione (questi terreni sono posti a più quote sul letto fluviale attuale del Fiume Fredane e comprendono al loro interno alluvioni terrazzate); inoltre si rinvencono depositi travertinosi (2) nel settore ovest sul fianco sinistro del Vallone Gialloise;
- Complesso detritico-eluviale (3): composto da terreni quaternari prevalentemente limoso-sabbiosi e ghiaiosi sciolti o poco cementati, con grado di permeabilità medio-elevato per porosità (affiora diffusamente in tutto il territorio comunale);
- Complesso conglomeratico (5): composto da terreni conglomeratici poligenici, più o meno cementati, localmente ben stratificati e con intercalazioni di livelli di sabbie e peliti, di arenarie, di argille, più o meno siltose, e di calcareniti (affiora in lembi isolati).
- Complesso arenaceo-argilloso-marnoso (7): composto da arenarie e quarzoareniti in strati e banchi con intercalazioni di argille, argille marnose e sabbie e di lenti conglomeratiche e blocchi calcarei, da poco cementati a cementati, con grado di permeabilità medio-basso per porosità e fratturazione (margine orientale e occidentale del territorio comunale);



- Complesso argilloso (10): composto da argille variegata con intercalazioni di calcareniti, calcilutiti e marne stratificate, con grado di permeabilità estremamente-basso per porosità (affiora limitatamente nel margine sud-occidentale prossimo al fondovalle Fredane).

Le caratteristiche litologiche dei complessi descritti, di natura per lo più terrigena, l'estensione in pianta limitata e le caratteristiche stratigrafico-strutturali dell'area non consentono il realizzarsi di strutture idrogeologiche con acquiferi a grande potenziale.

Le emergenze sorgive, non captate e non utilizzate per uso umano, infatti presentano per lo più regimi stagionali e portate in genere non superiori al litro/secondo. ad eccezione della sorgente Formulano (n. 12) e della sorgente termale di S. Teodoro (n. 4) che presentano un regime perenne con portate superiori a litro/secondo.

L'impermeabile locale è rappresentato dai complessi a prevalente componente argillosa e le falde si sviluppano essenzialmente nei restanti complessi idrogeologici.

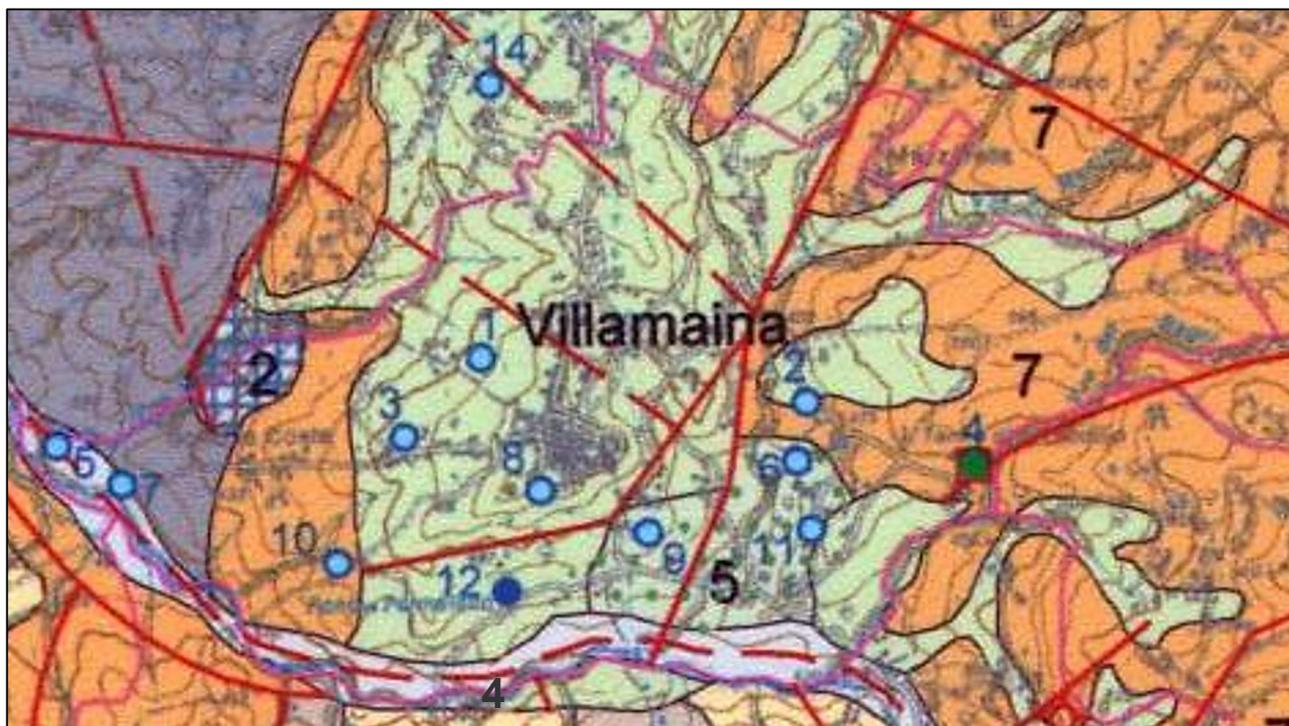


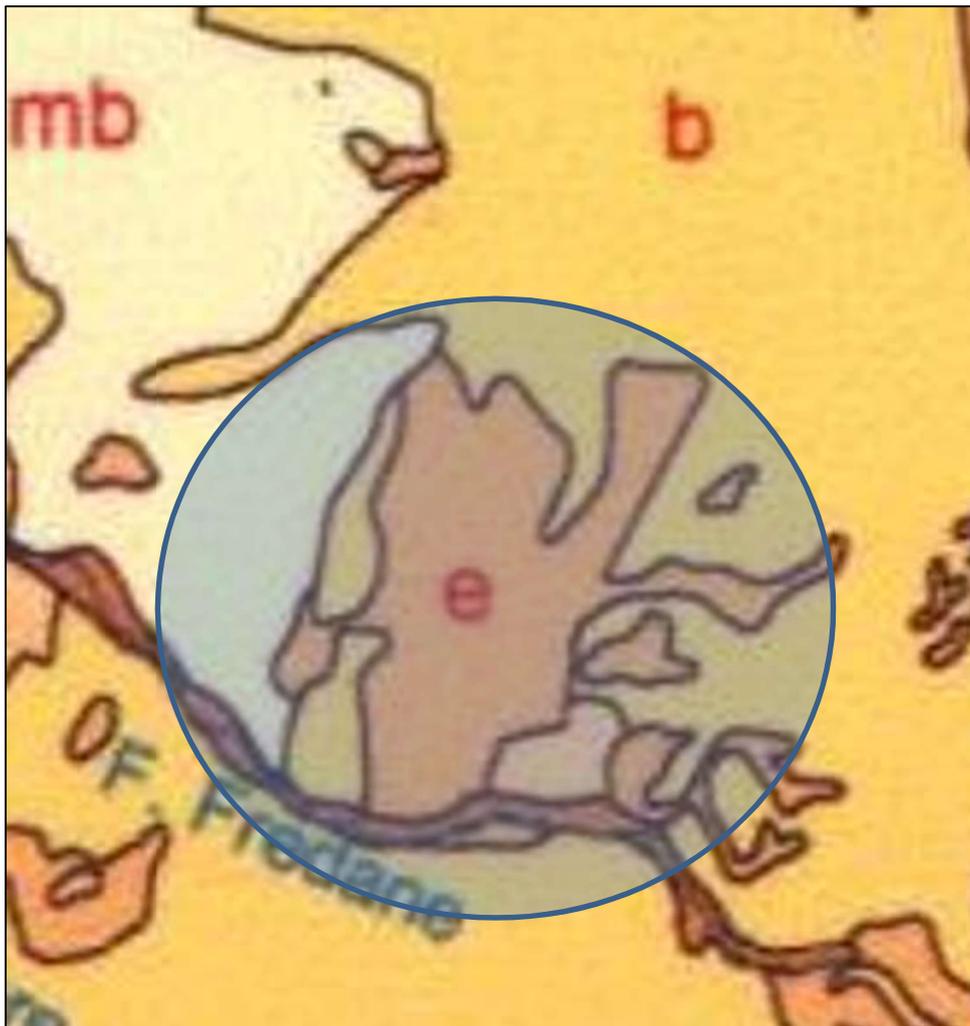
Figura 6 - Stralcio della "Carta Idrogeologica della Provincia di Avellino"(Aquino et alii, 2006, modif.)



Complessi idrogeologici		PERMEABILITA' RELATIVA																
		GRADO ¹				TIPO ²												
		EB	B	M	E	EE	P	Fe	Fr	C								
1	Complesso alluvionale: 1) alluvioni attuali e recenti, a luoghi terrazzate, a granulometria ghiaioso-sabbiosa-conglomeratica, con breccie ad elementi prevalentemente calcarei ed arenacei, in matrice sabbioso-limosa, frammiti a depositi piroclastici e fluvio-lacustri. Alluvioni fluvio-torrentizie in forma di conoidi, antiche e recenti. 2) Depositi travertinosi, da litoidi a terrosi.																	
3	Complesso detritico-eluviale: depositi detritici e detritico-conglomeratici sciolti o debolmente cementati. Depositi eluviali e colluviali, di origine detritica e piroclastica, di riempimento dei pianori sommitali delle aree carbonatiche.																	
4	Complesso piroclastico: depositi di origine vulcanica, ceneriti, lapilli stratificati e pomici di origine vesuviana e/o flegrea.																	
5	Complesso conglomeratico: conglomerati poligenici, più o meno cementati, clastici, massivi, localmente ben stratificati e con intercalazioni di livelli di sabbie e peliti, di arenarie, di argille, più o meno siltose, e di calcareniti. Conglomerati poligenici in livelli canalizzati di spessore metrico ed arenarie arcosico-litiche grossolane, più o meno cementate.																	
6	Complesso sabbioso-arenaceo: sabbie medio-fini, ben classate, ed arenarie giallastre in strati da medi a spessi, talora con intercalazioni di livelli lenticolari di conglomerati poligenici e depositi sabbioso-argillosi. Puddinghe poligeniche, a matrice sabbiosa, con ciottoli calcarei, calcari marnosi e selciferi, calcareniti bioclastiche e di arenarie micacee.																	
7	Complesso arenaceo-argilloso-marnoso: arenarie arcosico-siltitiche, mal cementate, in grossi banchi e con intercalazioni di livelli argillosi, argilloso-marnosi e sabbiosi; si rinvergono anche livelli lenticolari di conglomerati poligenici. Quarzoareniti, in strati e banchi, con sottili intercalazioni di argille siltose (Flysch Numidico). Alternanze di arenarie arcosico-siltitiche a grana medio fine, argille e marne siltose grigio verdi. Alternanze pelitico-arenacee, con livelli siltosi inglobanti blocchi di calcari e calcareo-marnosi.																	
8	Complesso calcareo-marnoso-argilloso: marne e calcari marnosi, con intercalazioni sottili calcitorbiditiche. Calcareniti bioclastiche torbiditiche con intercalazioni di marne e calcari marnosi. Alternanza di calcitorbiditi bioclastiche, in strati da medi a sottili, e di marne ed argille. Calcitorbiditi con liste di selce, ben stratificate, calcitorbiditi a stratificazione sottile, con intercalazioni di argilliti silicee e di diaspri. Alternanze di marne selciferi, calcari marnosi e argilliti, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche in strati da medi a sottili. Alternanze di calcareniti e calcilutiti bioclastiche torbiditiche e di marne argillose.																	
9	Complesso argilloso-marnoso: argille e marne siltose, con sottili intercalazioni di arenarie. Argille e marne rosse, con intercalazioni di calcareniti e calcari marnosi torbiditici e sottili livelli quarzoarenitici (Unità Daunia). Argille sabbiose grigie con sottili intercalazioni di siltiti argillose; argille e marne argillose e siltose.																	
10	Complesso argilloso: argilliti varicolori, con intercalazioni di calcareniti e calcilutiti torbiditiche a stratificazione sottile (Unità Sicilidi). Argille bituminose e siltiti, con laminazioni piano-parallele ed incrociate, passanti ad argille siltose e depositi argilloso-arenacei. Argille varicolori straterellate e marne verdi e bianche, con intercalazioni di calcareniti bioclastiche torbiditiche.																	

Figura 7 - Stralcio della legenda "Carta Idrogeologica della Provincia di Avellino"(Aquino et alii, 2006, modif.)

Rispetto alla vulnerabilità all'inquinamento connesso con l'infiltrazione efficace diretta il territorio comunale di Villamaina presenta per la quasi totalità un grado di vulnerabilità elevato (Fig. 8).



Grado di vulnerabilità all'inquinamento connesso
con l'infiltrazione efficace diretta

*Acquiferi carbonatici, alluvionali,
conglomeratici e flyscioidi affioranti*



Figura 8 - Stralcio della "Carta Idrogeologica della Provincia di Avellino" (Aquino et alii, 2006, modif.)



3.0 INQUADRAMENTO SISMICO

L'area in esame è ubicata nell'Appennino Irpino, uno dei territori a più alto rischio sismico nazionale. Il sollevamento della catena appenninica, ancora in atto, i conseguenti assestamenti isostatici e la complessa storia tettonogenetica, sono le cause dell'intensa attività tettonica riscontrabile nell'Appennino Campano-Lucano.

La struttura sismogenetica appenninica principale è determinata da un insieme di faglie normali orientate in direzione NW-SE, estese per varie decine di Km, dislocate in senso antiappenninico da linee tettoniche trasversali a prevalente movimento trascorrente.

3.1 SISMICITA' STORICA

I principali eventi sismici si concentrano di conseguenza lungo una dorsale sismogenetica che coincide con l'asse della catena, seguendo la direzione NO-SE, come confermato anche dall'ultimo grande evento sismico del 23 novembre 1980 ($M_s = 6,9$). Un'altra serie di eventi sismici, di intensità di solito minore rispetto ai precedenti, è connessa all'attività delle linee tettoniche trasversali a prevalente movimento trascorrente.

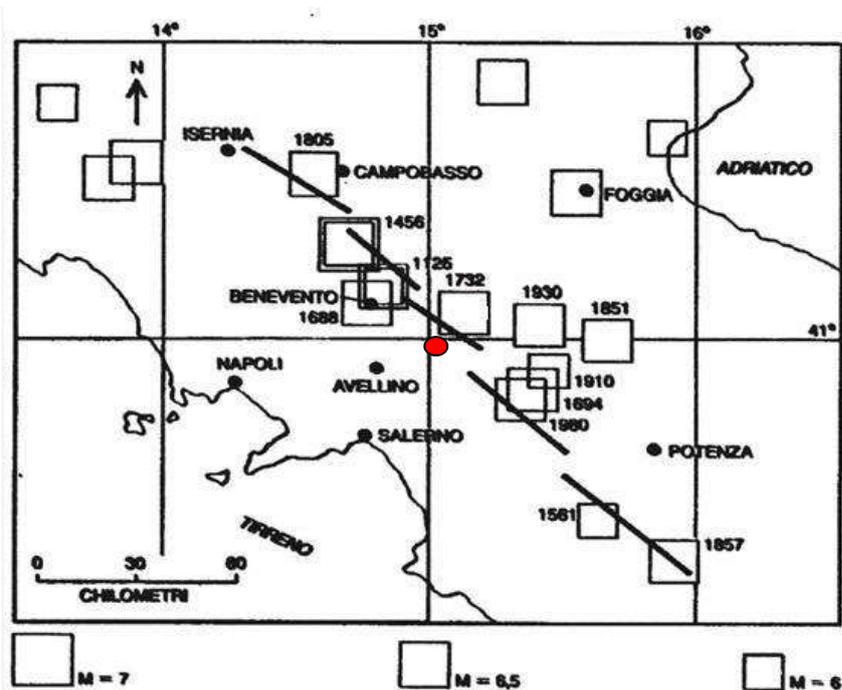


Figura 9 - Ubicazione dei principali terremoti degli ultimi 1000 anni (il cerchio rosso indica il Comune di Villamaina)



Un tratto dell'insieme di faglie principali appenniniche (Fig. 9) interessa l'area in esame e corrisponde all'incirca al corso del fiume Ufita; tale elemento fa parte probabilmente di una struttura sismogenetica importante per la zona in studio e negli ultimi secoli ha fatto risentire la sua attività con alcuni forti sismi tra cui quello del 1732.

La complessità della struttura geologica della zona appenninica con la presenza di numerose faglie preesistenti, oggi inattive, i problemi di convergenza morfologica, la presenza di un'articolata topografia ereditata dalle fasi tettoniche precedenti, che "maschera" le deformazioni oggi in atto, la presenza di prevalente fagliazione cieca (DISS Working Group, 2015; Vannoli et alii, 2018) e le attuali condizioni climatiche della regione (rapida obliterazione delle deboli modificazioni topografiche), determinano una scarsa evidenza superficiale delle faglie sismogenetiche attive che risultano individuabili solo in seguito ad eventi sismici catastrofici.

Le principali strutture sismogenetiche individuali e composite in grado di produrre eventi potenzialmente distruttivi ($M \geq 6,0$) prossime (in contesto regionale) all'area di interesse sono (Fig. 10):

Struttura della Valle dell'Ufita (Fig. 11);

Struttura di Bisaccia;

Struttura di Ariano Irpino;

Struttura di Miranda Apice;

Struttura di Castelluccio dei Sauri-Trani;

Struttura di Melfi;

Struttura di Andretta-Filano;

Struttura di Colliano (1980).

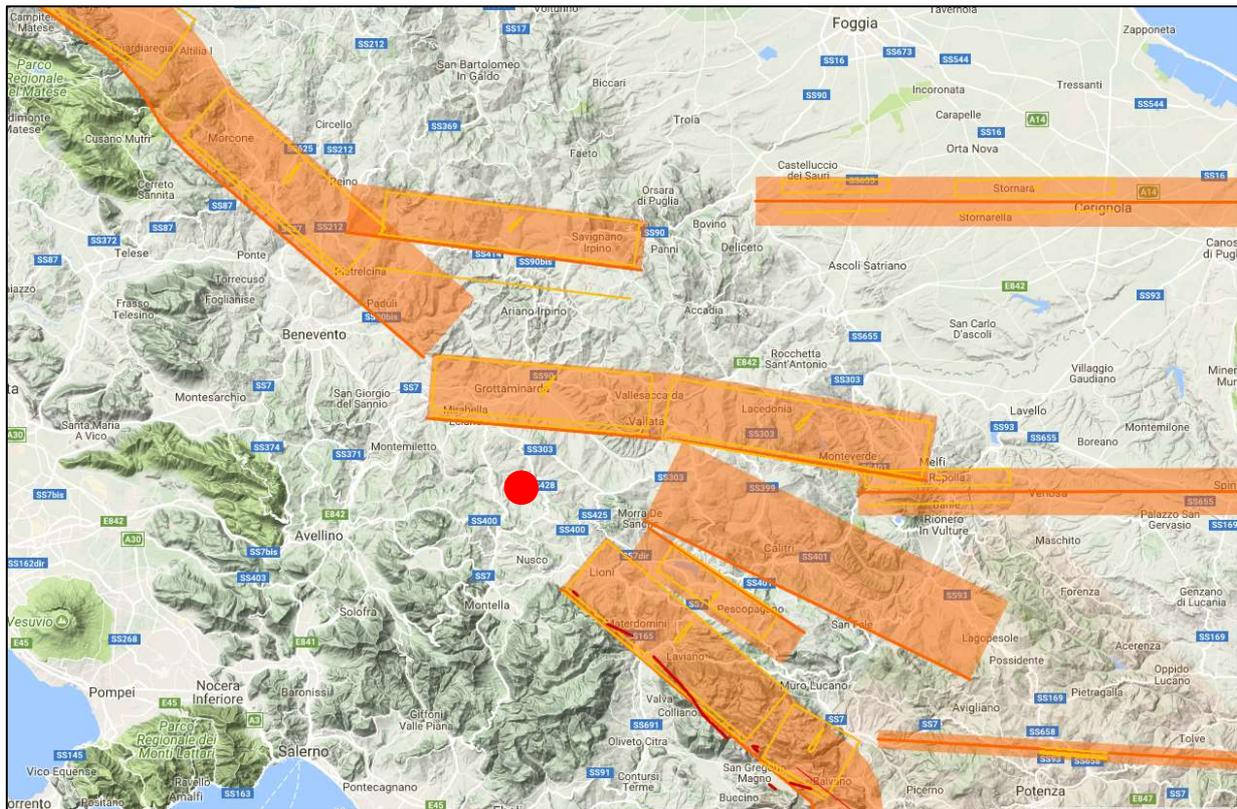


Figura 10 - Principali strutture sismogenetiche a scala regionale da <http://diss.rm.ingv.it/dissGM/> (il cerchio rosso indica il Comune di Villamaina)

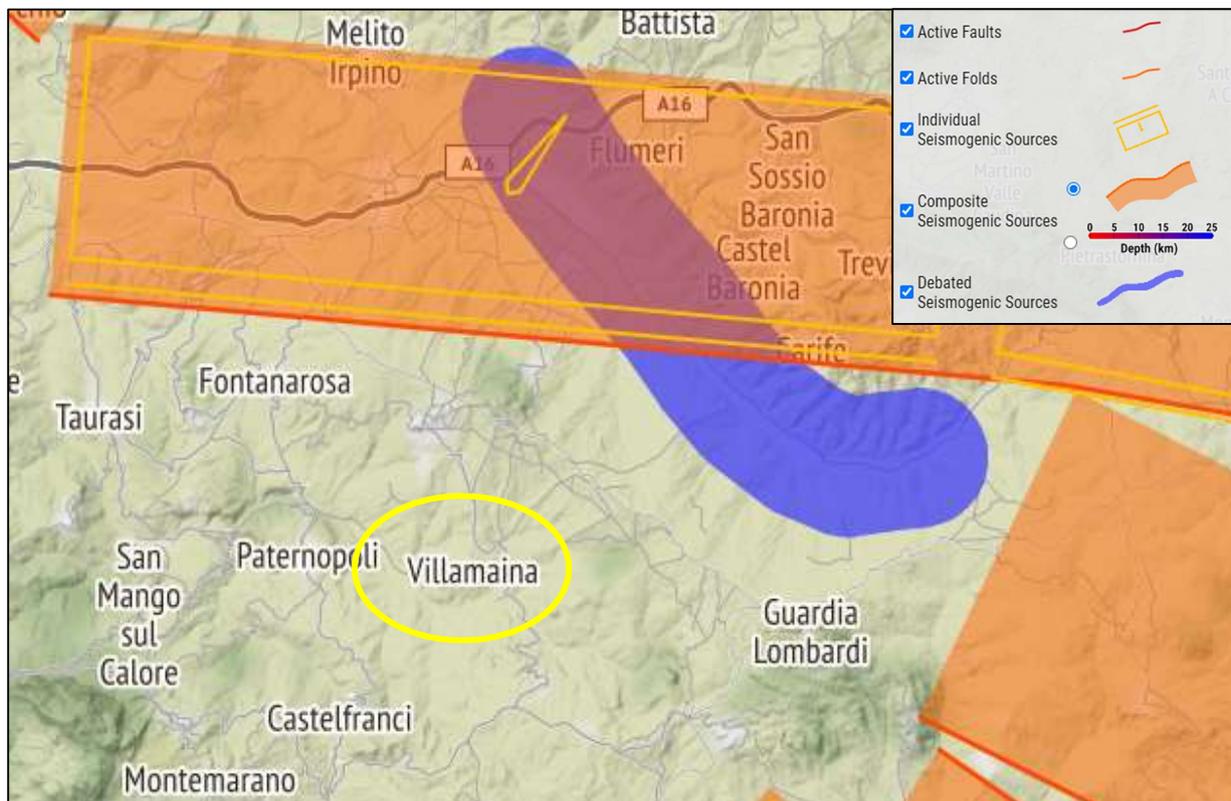


Figura 11 - Dettaglio rispetto alla struttura sismogenetica dell'Ufita



I dati di sismicità storica riguardanti l'area in esame sono stati reperiti dall'archivio DBMI15 (2016) prodotto recentemente dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V).

L'archivio contiene dati di eventi sismici al di sopra della soglia del danno, verificatisi in Italia nel periodo 1000 - 2014. Nella figura 12 sono riportati gli eventi significativi relativi alla storia sismica del territorio di Villamaina.

Villamaina

PlaceID	IT_61173
Coordinate (lat, lon)	40.969, 15.090
Comune (ISTAT 2015)	Villamaina
Provincia	Avellino
Regione	Campania
Numero di eventi riportati	10

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	📄 1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
7-8	📄 1732	11	29	07	40		Irpinia	183	10-11	6.75
8	📄 1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
6-7	📄 1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
3	📄 1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
5	📄 1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
4-5	📄 1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
4-5	📄 1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
4	📄 1977	07	24	09	55	29	Irpinia	85	5-6	4.37
NF	📄 1990	04	22	09	45	0	Sannio	74	6	3.98

Figura 12 - Principali eventi sismici registrati nel comune di Villamaina

Per ogni evento sismico, elencato per magnitudo decrescente, sono riportati: il valore di Intensità Sismica raggiunto nel comune, la data e l'ora di occorrenza, l'area epicentrale, il numero di Macroscopic Data Points e l'Intensità Epicentrale e la Magnitudo Momento.

Dai dati ricavabili risulta che l'area in esame è stata interessata da circa 4 terremoti di intensità ≥ 6 ; in particolare quelli di maggiore intensità risalgono al 1694, 1732, 1962 ed il più recente che fa riferimento al sisma dell'Irpinia-Basilicata del 1980.



Inoltre in figura 13 è riportato il grafico anno/intensità per i principali eventi sismici individuati nel territorio comunale di Villamaina.

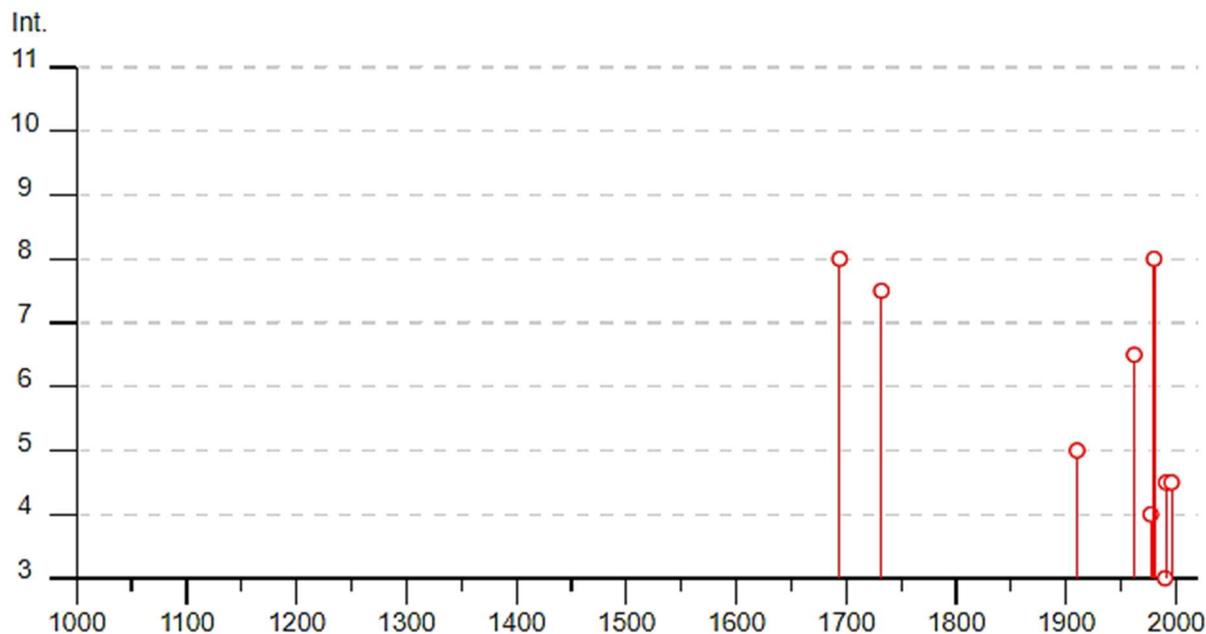


Figura 13 - Grafico tempo/intensità per la storia sismica documentata di Villamaina (Intensità minima 3)

3.2 PERICOLOSITA' DI BASE E RISCHIO SISMICO

La pericolosità sismica di un territorio è rappresentata dalla sua sismicità ovvero dalla frequenza e dall'ampiezza dei terremoti che possono interessarlo; in particolare la pericolosità sismica di una data zona è definita come la probabilità che in un determinato intervallo temporale (generalmente 50 anni) abbia luogo un sisma di una determinata magnitudo. A tale scopo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e successivamente l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, oltre a definire le procedure e gli approcci scientifici da utilizzare, e grazie agli studi coordinati INGV, hanno portato alla realizzazione di una Mappa di Pericolosità Sismica nazionale (Fig. 14) che descrive la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e orizzontale (tempo di ritorno $T_r=475$ anni).

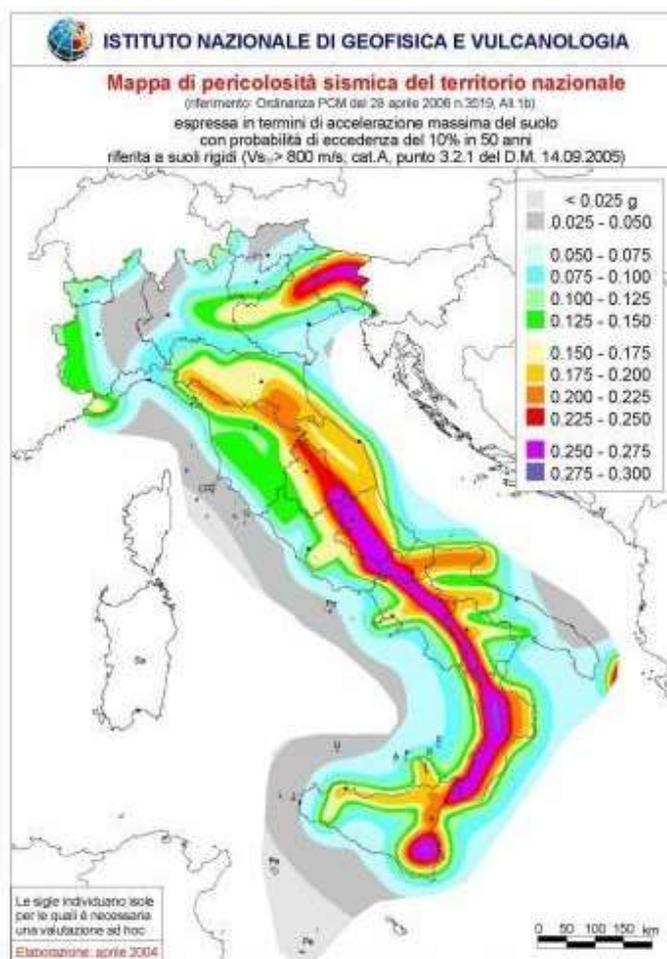
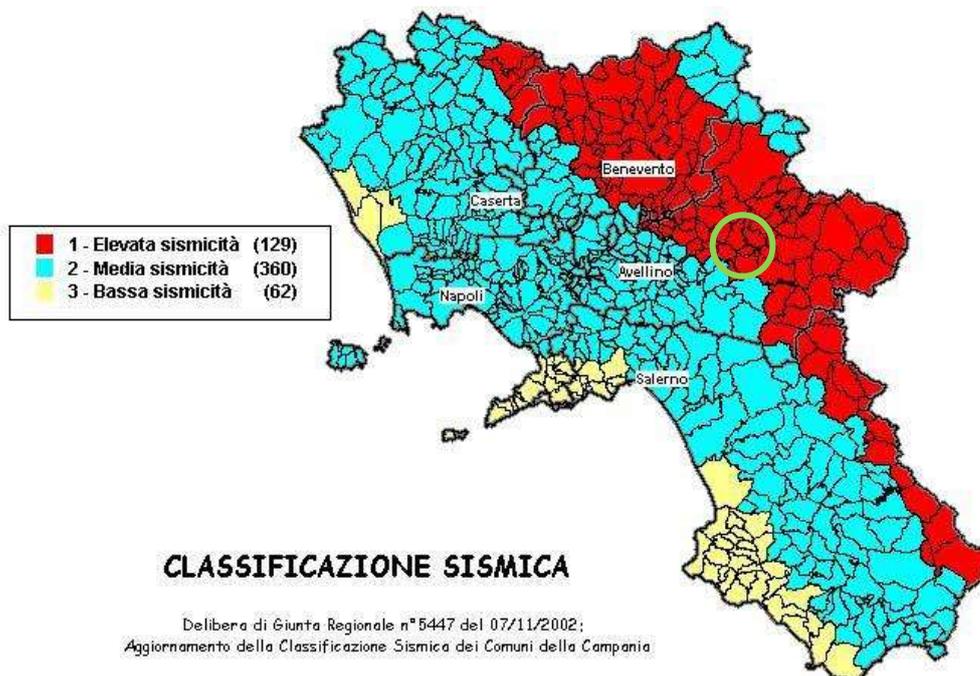


Figura 14 - Mappa di pericolosità sismica nazionale

Il rischio sismico, determinato dalla combinazione della **pericolosità**, della vulnerabilità e dell'esposizione, è la misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione (natura, qualità e quantità dei beni esposti). Le due O.P.C.M. hanno inoltre individuato i principi generali sulla base dei quali le Regioni hanno classificato i comuni in una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato ripartito il territorio nazionale; a ciascuna zona è attribuito un valore di pericolosità di base, in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g)

Il territorio comunale di Villamaina (AV), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania (D.G.R. Campania n. 5447 del 07/11/2002), è classificato in I categoria - S = 12 – $a_g = 0.35g$ (Fig. 15).



Zona Sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
Zona 1 - E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti	$a_g > 0.25$
Zona 2 - Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti	$0.15 < a_g \leq 0.25$
Zona 3 - I Comuni inseriti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti	$0.05 < a_g \leq 0.15$
Zona 4 - E' la zona meno pericolosa	$a_g \leq 0.05$

Figura 15 - Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 16), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008 e succ.), indica che il territorio comunale di Villamaina (AV) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.250 e 0.275 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

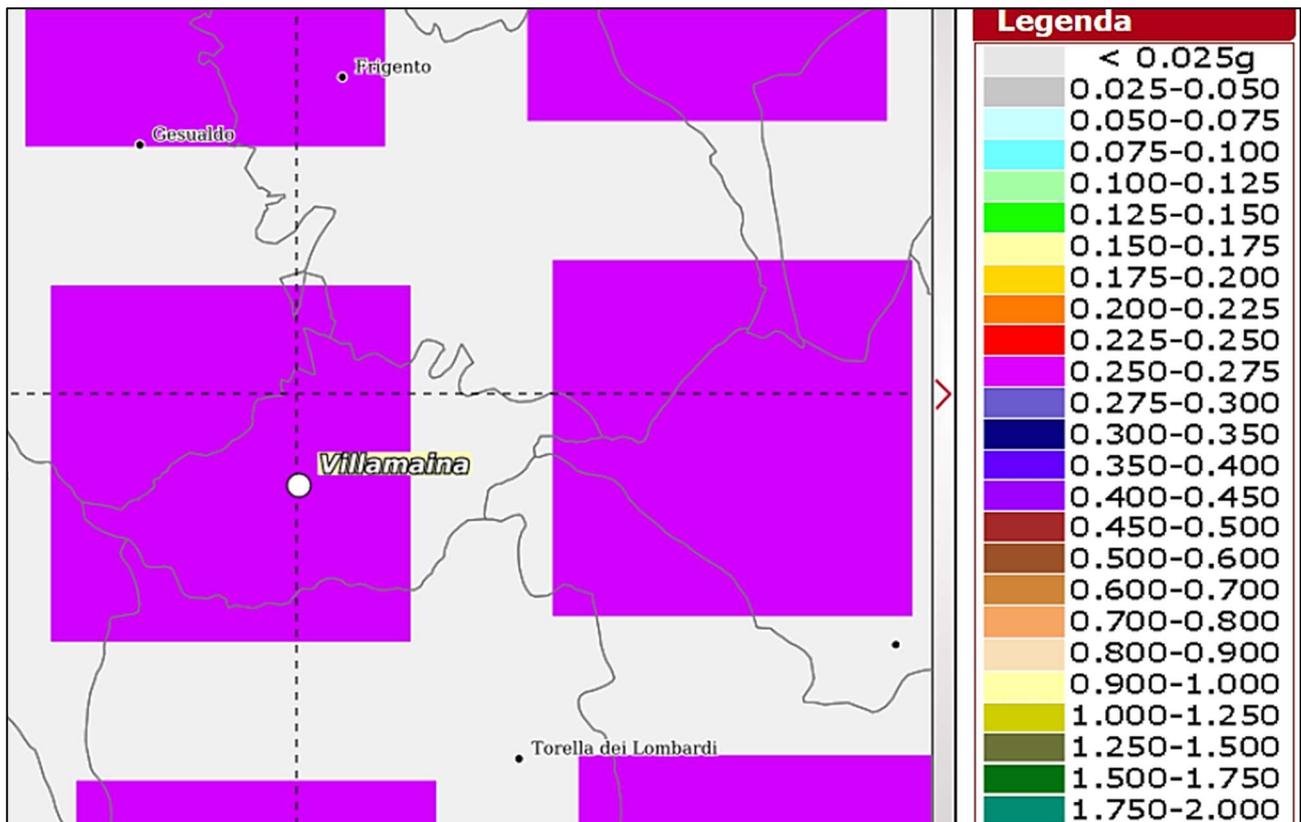


Figura 16 - Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008 e succ.) - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50

La sintesi dei parametri di pericolosità di base per il comune di Villamaina, elaborati per le Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti (D.M. 17/01/2018), è riportata in tabella n. 1 con indicazioni per la determinazione delle forme spettrali da utilizzare nella progettazione e fornisce un'immediata quantificazione della pericolosità di base in termini di accelerazione massima su suolo rigido (substrato affiorante orizzontale con velocità delle onde di taglio maggiore di 800 m/s).



Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.062	2.371	0.277
Danno (SLD)	50	0.083	2.333	0.294
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.265	2.289	0.375
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.362	2.287	0.407
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Tabella 1 - Parametri per la definizione delle forme spettrali di progetto in base alle NTC (D.M. 17/01/2018)

Sulla base di questi dati è stata realizzata la Microzonazione Sismica di livello 1 che tiene conto, a partire dai dati di base sopra riportati, delle caratteristiche geologico-tecniche e stratigrafico-strutturali delle litologie presenti e degli elementi geomorfologici del territorio, per una valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo.

Tale studio nel presente lavoro è stato esteso a tutto il territorio comunale.



4.0 INQUADRAMENTO DELLA VINCOLISTICA GEOLOGICA

Sulla base dell'inquadramento idrogeologico e geomorfologico del territorio comunale di Villamaina e dei dati derivanti dai Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino competente, si riportano di seguito i principali elementi di vincolo individuati per l'area in esame.

4.1 VINCOLO IDROGEOLOGICO (RDL 3267/23)

Il territorio comunale nel settore centro-settentrionale, a partire dalla loc. Campolongo fino alla loc. Casaline con direttrice nord-sud (Fig. 17), risulta sottoposto a vincolo per scopi idrogeologici (ai sensi dell'art. 7 del RD 3/12/1923, n. 3267).

L'obiettivo del vincolo è quello del mantenimento delle condizioni di stabilità idrogeologica delle superfici interessate da interventi (movimento terra) che ne potrebbero stravolgere le caratteristiche.

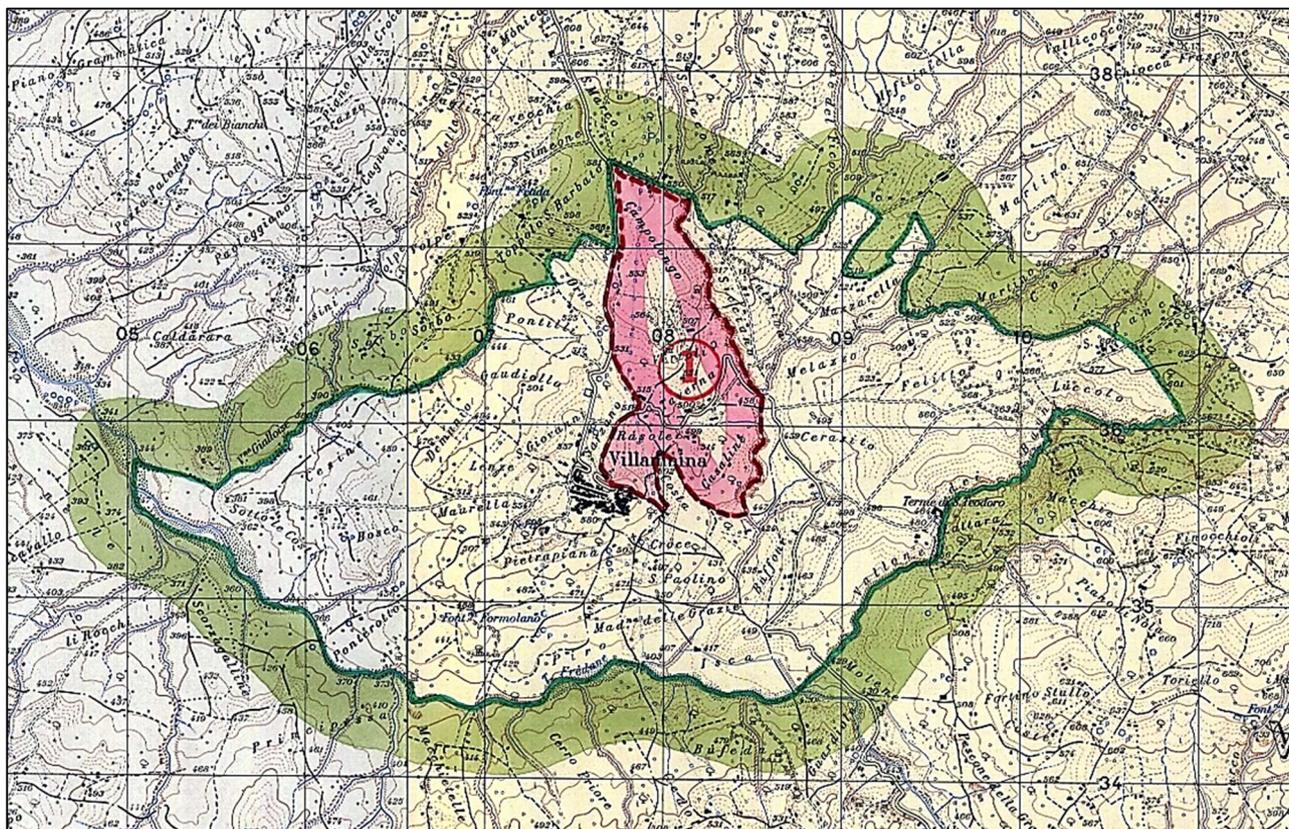


Figura 17 - Area sottoposta a vincolo Idrogeologico ai sensi del RDL 3267/23.



4.2 RISCHIO IDRAULICO

Per il territorio comunale di Villamaina, lungo la fascia del Fiume Fredane, si segnalano aree/elementi a rischio moderato o nullo e a rischio medio, come riportato nella Carta del Rischio Idraulico dell'AdB competente (Fig. 18).

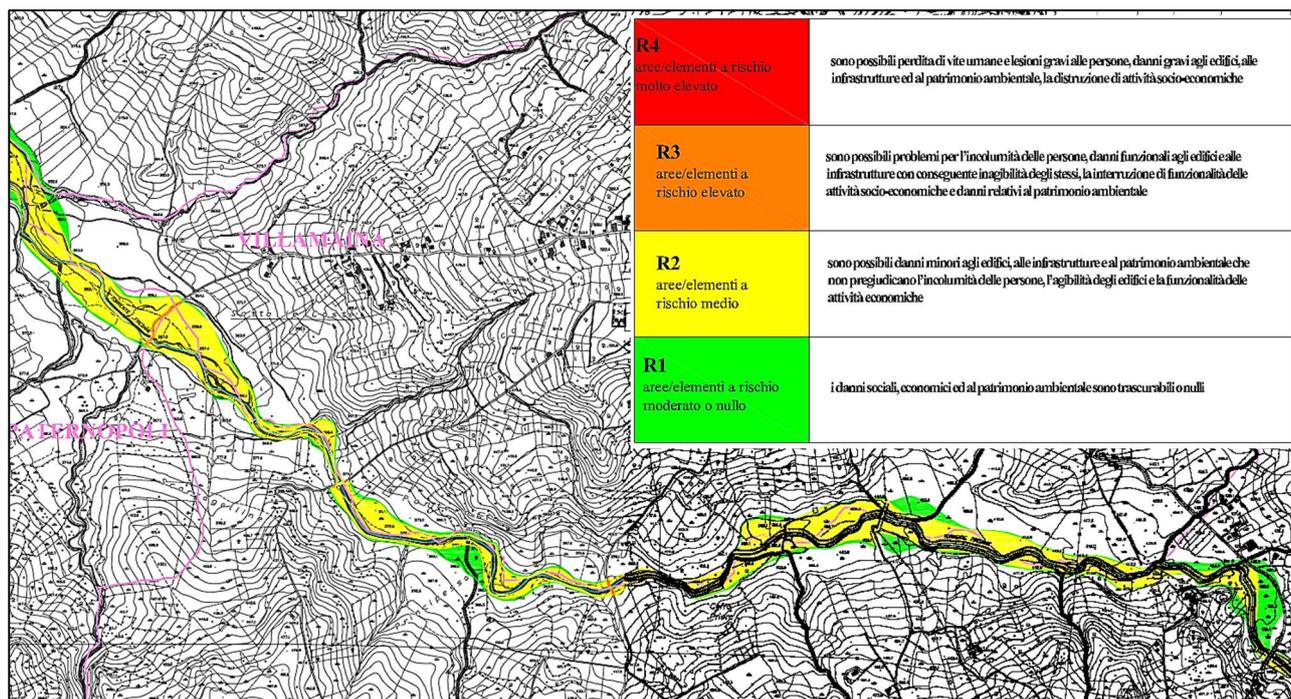


Figura 18 - Stralcio della carta del rischio idraulico dell'ex Autorità di Bacino Liri-garigiano e Volturno



4.3 RISCHIO DI FRANA E PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

L'analisi della cartografia disponibile prodotta dall' Autorità di Bacino competente per il territorio in esame (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex-AdB dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno) ha consentito una prima individuazione delle aree soggette a vincoli per rischio di frana e pericolosità geomorfologica.

Nella Fig 19 è riportato uno stralcio della Carta degli Scenari di Rischio del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Rischio Frana) che rappresenta un inquadramento conoscitivo generale delle aree maggiormente esposte.

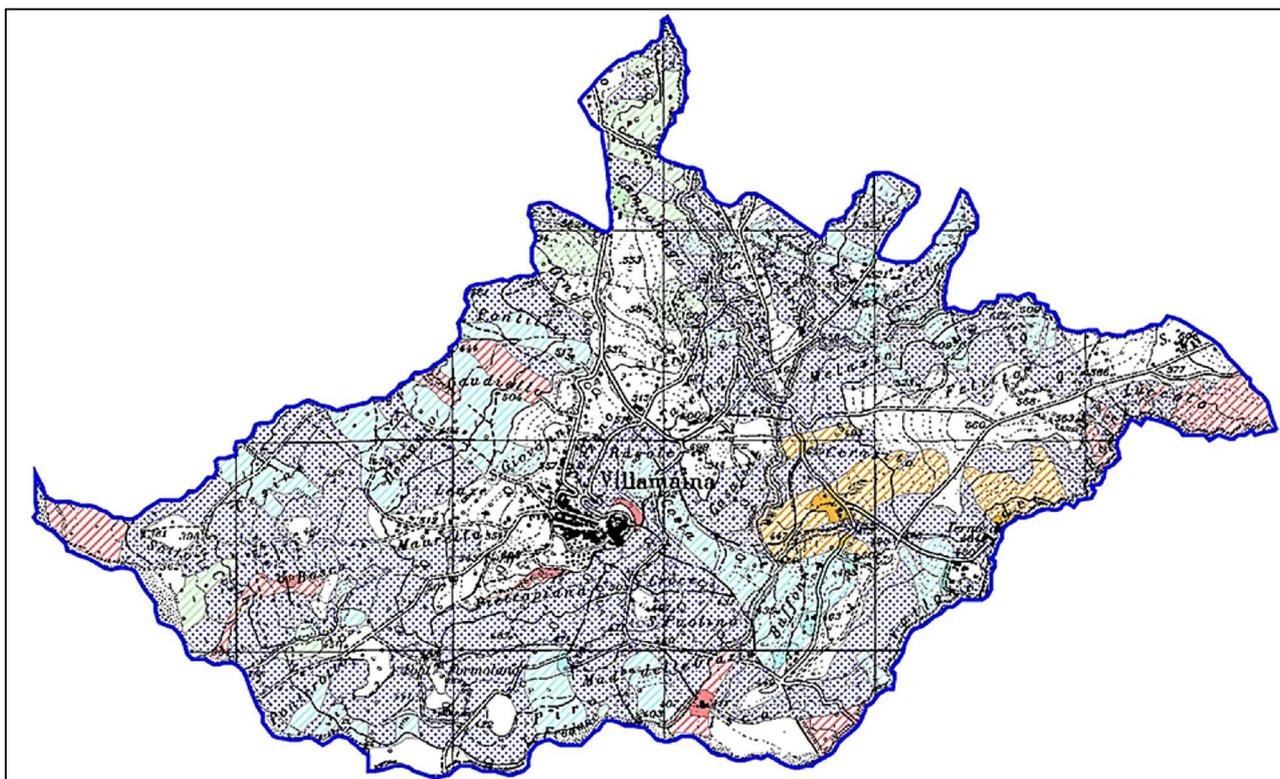


Figura 19 - Carta degli scenari di Rischio dell'AdB competente per il Comune di Villamaina.

Sulla base di elementi quali l'intensità, la probabilità di accadimento dell'evento, il danno e la vulnerabilità, le aree perimetrate sono state così suddivise (Legenda in Fig. 20):



Figura 20 - Legenda Carta Scenari di Rischio



Per le norme d'uso del suolo (divieti e prescrizioni) rispetto a tali aree si fa riferimento a quanto indicato nelle *Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia* allegate al Piano Stralcio.

Nell'elaborato **G.5 "Carta degli Scenari di Rischio"** è riportata la mappatura completa in ambito comunale dei livelli di rischio, attenzione e pericolosità come definiti dall'Autorità di Bacino competente, che verrà utilizzata come base di riferimento per la stesura della *Carta della Stabilità* allegata al Piano Urbanistico Comunale; da tale elaborato si evince che il territorio comunale è interessato da alcune zone identificate a rischio ed attenzione del tipo R4/R3 e A4/A3 e rilevabili principalmente lungo i versanti prospicienti al Vallone dei Bagni e Gialloise.



5.0 CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE LOCALI

Nel contesto geologico-strutturale definito in precedenza, il Comune di Villamaina è situato in un settore di sovrapposizione di varie unità tettoniche che dal basso verso l'alto sono rappresentate dall'Unità Tettonica della Daunia, dall'Unità Tettonica del Fortore e dall'Unità Tettonica di Frigento, su cui si rinvengono in discordanza depositi silico-clastici più recenti (Fig. 21).

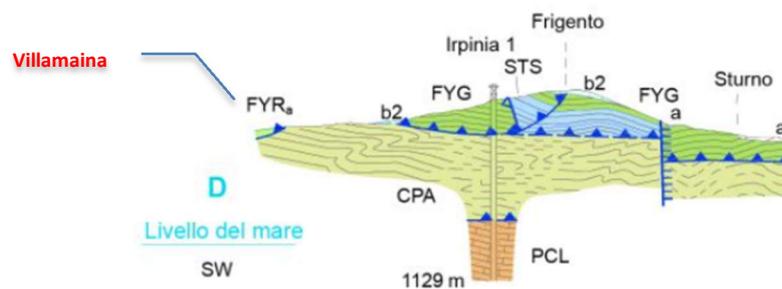


Figura 21 - Sezione geologica della struttura di Frigento (NW/SE)

5.1 CARTA GEOLITOLOGICA

A partire dai termini sedimentari più antichi, nell'area del territorio comunale di Villamaina ed in quelle adiacenti, sono presenti i vari termini delle Unità Tettoniche citate, in massima parte fortemente smembrate e disarticolate a seguito delle fasi tettonogenetiche da cui sono stati interessati. In contatto stratigrafico discordante sono presenti depositi più recenti, quali quelli Miocenici del Flysch di Castelvetere e quelli Pliocenici del Supersistema di Ariano Irpino. Al di sopra di tutti i termini geologici citati si ritrovano inoltre terreni continentali quaternari molto diffusi arealmente, costituiti essenzialmente da depositi eluvio-colluviali, detrito di frana, detrito di versante, depositi alluvionali e travertinosi (Fig. 22).

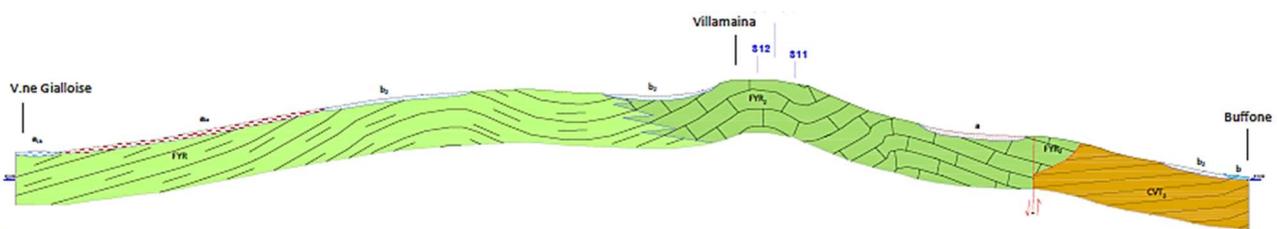


Figura 22 - Sezione geologica di Villamaina (NW/SE)



Con riferimento all'inquadramento geologico generale, i terreni affioranti nell'ambito del territorio comunale sono stati distinti e cartografati secondo i criteri CARG (**Elaborato G.3 - Carta Geolitologica e Sezioni**). Particolare attenzione è stata posta al rilevamento e alla cartografazione dei terreni quaternari che ai fini tecnici risultano particolarmente significativi. Si descrivono di seguito, con riferimento alla Carta Geolitologica le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni affioranti distinti in depositi continentali quaternari e unità del substrato.

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

Deposito di frana (a₁)

Detrito caotico eterogeneo ed eterometrico sciolto con indizi di evoluzione in atto (a_{1a}) o localmente pedogenizzato o parzialmente cementato (a_{1b}); la natura dei blocchi è calcareo-marnosa o arenacea e la matrice è pelitica e/o limosa; lo spessore varia da 5 a circa 20 m. Tali terreni si ritrovano concentrati in più punti del territorio comunale in corrispondenza dei versanti interessati da fenomenologie franose con particolare riferimento a quelli afferenti ai Valloni dei Bagni e Gialloise (Pleistocene sup. - Attuale).

Deposito alluvionale (b)

Ghiaie e ghiaie sabbiose con lenti di sabbie e di limi. Depositi fluviali in alveo e di golena; depositi di conoide torrentizia attiva. Lo spessore varia tra 3 e 6 metri e si ritrovano in prevalenza lungo il corso del torrente Fredane, rappresentandone il deposito attuale (Olocene? - Attuale).

Deposito di versante (a)

Detrito calcareo eterometrico da sciolto a poco cementato presente in fasce localizzate lungo i pendii; nell'area in esame affiora principalmente nella parte alta del versante meridionale del centro abitato. Lo spessore di tali terreni varia tra 3 e 8 m. (Pleistocene sup.? - Attuale).



Coltre eluvio-colluviale (b₂)

Sabbie e limi bruni, talora con pomici e piroclastiti fini rimaneggiate e argillificate e con livelli di ghiaie e ciottoli. Limi e argille nerastre con frammenti di strato di natura calcareo-marnosa e arenacea e con subordinata frazione piroclastica rimaneggiata e argillificata. Si ritrovano lungo i versanti, come riempimenti di paleoconche, e/o in zone di territorio subpianeggianti. I depositi eluvio-colluviali descritti sono i più diffusi arealmente nell'ambito del territorio comunale. Lo spessore varia tra i 3 e 8 m. (Pleistocene sup.? - Attuale).

Travertino (f₁)

Deposito calcareo a struttura vacuolare, fitoclastico, in strati e banchi mediamente compatti di colore bianco-giallastro, in parte degradato ed alterato. Originatisi per precipitazione chimica inorganica del carbonato di calcio contenuta in acque dolci, si rinvengono in un lembo isolato di loc. Cesine, con spessore dell'ordine dei 10 mt. (Pleistocene sup. - Olocene).

Depositil alluvionali formati - Subsintema del fiume Ufita (SFL₄)

Ghiaie e ghiaie sabbiose con livelli di sabbie limose debolmente cementate, localmente pedogenizzate. Alluvioni terrazzate poste fino a + 10 metri sul letto del fiume, depositi di conoide torrentizia inattiva. Si ritrovano in destra orografica del t. Fredane con spessori fino a 15 – 20 metri (Pleistocene sup. - Olocene).



PREQUATERNARIO (Unità del substrato)

SUPERSINTEMA DI ARIANO IRPINO

SINTEMA DI RUVO DEL MONTE (RVM)

Depositi silicoclastici distinti in due litofacies eteropiche, di ambiente deltizio marino-continentale, di spessore complessivo di circa 200 m. Limite inferiore netto e discordante su varie unità (Pliocene inferiore – Pliocene superiore). Nell'area rilevata affiora la sola:

- **Litofacies conglomeratico-sabbioso (RVM_b):** è costituita da ortoconglomerati poligenici eterometrici e massivi, con matrice arenacea con intercalazioni di lenti sabbioso-siltose, sabbie e arenarie. Affiora in limitati e isolati lembi, in loc. Toppolo San Barbato e loc. Ventoli, prossima al confine con il comune di Gesualdo, nel settore nord del territorio comunale. Lo spessore complessivo risulta di circa 50 m.

FORMAZIONE DI CASTELVETERE (CVT)

La Formazione di Castelvetero è costituita da una successione silico-clastica composta in prevalenza da arenarie a grana media e grossa, conglomerati, siltiti e arenarie siltose ed ancora argille marnose e siltose costituente a scala regionale un sistema deposizionale di mare profondo occupante anche settori del cuneo tettonico Miocenico dell'Appennino meridionale. Comprende un membro inferiore arenaceo-conglomeratico (CVT₁) con olistostromi (os), una litofacies arenaceo-argilloso-conglomeratica (CVT_{1a}) ed un membro inferiore siltoso argilloso marnoso (CVT₂), il solo affiorante nel territorio comunale:

- **Membro siltoso argilloso marnoso (CVT₂)** - Il membro è costituito da un'alternanza di argille e marne argillose brune e grigiastre a frattura concoide ed arenarie fini brune sottilmente stratificate; in subordinate sono presenti arenarie grigiastre, calcareniti, marne siltose e nella parte alta gessareniti. Affiora a sud-est e sud-ovest del territorio comunale prossimo al fondovalle Fredane. Lo spessore è di circa 100-150 metri (Messiniano inferiore.).



UNITA' TETTONICA DI FRIGENTO

L'unità tettonica è costituita da una successione litostratigrafica originariamente in continuità di sedimentazione; i depositi della porzione superiore rappresentano la originaria prosecuzione stratigrafica della successione mesozoica lagonegrese. Nell'area in esame affiorano i seguenti termini stratigrafici:

FLYSCH NUMIDICO (FYN)

Quarzareniti a cemento siliceo di colore grigio o giallo arancio con clasti di quarzo arrotondato a grana media e grossa, in strati medi e spessi talora gradati; subordinate quarzosiltiti, argille marnose grigio-verdi, siltiti rossastre e calcareniti grigie. Depositi bacinali terrigeni da flussi gravitativi ed emipelagiti. Limite inferiore concordante su FYR. Affiora estesamente a sud-ovest (loc. Ponterotto) nel fondovalle Fredane e in piccoli lembi posti al margine sud-ovest del territorio comunale lungo il Vallone dei Bagni. Potenza locale 150-200 m (Burdigaliano sup.- Langhiano sup.).

FLYSCH ROSSO (FYR)

La formazione è suddivisa in tre membri, in parte eteropici, ed è costituita da sedimenti calcareo-clastici, marne e argille marnose, di ambiente marino di base scarpata-bacino, formata da depositi da flussi gravitativi e da emipelagiti di età Cretacico sup. - Burdigaliano sup. Nell'area in esame affiorano i seguenti membri:

- **Membro argilloso-marnoso-calcareo (FYR)** – alternanza di argilliti marnose e marne policrome, calcilutiti bianche, livelli lenticolari di risedimenti biocalciruditi e biocalcarenitici di colore bianco, contenenti abbondanti resti di alveoline, nummuliti, orbitoidi e rudiste. Comprende una litofacies costituita da calcareniti e calciruditi bianche gradate in strati medi, calcari marnosi e marne argillose variegate. Affiora estesamente lungo il versante che raccorda l'abitato di Villamaina con il Vallone Gialloise e in piccoli lembi a nord (loc. Campolongo) e sud (Fondovalle Fredane). Lo spessore è di circa 400 m (Oligocene – Burdigaliano sup.).



- **Membro calcareo (FYR₂)** - calciruditi e calcareniti con alveoline e nummuliti, calcilutiti di colore biancastro, calcari con selce, con limitate intercalazioni di marne, marne argillose ed argilliti rossastre e verdastre. Nella parte bassa calcilutiti biancastre con liste e noduli di selce scura. Affiora diffusamente in tutto il settore centrale del territorio comunale e costituisce il substrato di gran parte del centro. Spessore circa 250 m. (Cretacico sup. – Miocene inf.)
- **Membro diasprigno (FYR₁)** - argilliti rosso bruno e marne calcaree silicifere laminate, argille silicifere nerastre, diaspri rosso-bruni e scuri, calcari marnosi diasprigni giallastri. Affiora unicamente nel settore settentrionale lungo il confine territoriale (loc. Campolongo-S. Caterina). Spessore circa 40 m. (Cretacico inf. – Cretacico sup.)

UNITA' TETTONICA DEL FORTORE

La serie di questa unità è costituita da depositi fliscioidi di natura argilloso-marnosa e calcarea, con intervalli arenacei alla sommità, la cui età è compresa tra il Cretacico superiore ed il Langhiano. Le sue principali unità litostratigrafiche sono la Formazione di Corleto Perticara e il Gruppo delle Argille Variegate in parziale eteropia tra loro. Esse sono sottoposte tettonicamente all'Unità di Frigento.

FORMAZIONE DI CORLETO PERTICARA (CPA)

Formazione prevalentemente pelitica e calcareo-marnosa, suddivisa in due litofacies eteropiche di ambiente marino profondo con apporti torbiditici, spessa fino a 600 m (Eocene - Miocene inf.). Nell'area in esame affiora la sola:

- **Litofacies arenaceo-marnosa (CPA_a)** - alternanza di calcari litoclastici, calcari cristallini, litoareniti quarzose, calcari marnosi, argille marnose verdi, arenarie torbiditiche in aumento verso l'alto, in strati medi con limite inferiore in parziale eteropia con i terreni del gruppo delle argille variegate. Affiora nel settore orientale del territorio comunale, in l.tà Felitt e S. Pancrazio. Lo spessore è dell'ordine dei 300 m. (Eocene – Miocene inferiore).



GRUPPO DELLE ARGILLE VARIEGATE (AV)

Successione costituita da argille ed argille marnose scagliettate intercalate da calcilutiti verdi e scure, calcareniti torbiditiche, calcilutiti, marne e rare arenarie. L'ambiente è di bacino marino profondo con apporti torbiditici. Affiora in un unico piccolo lembo del settore est (loc. San Pancrazio) confinante con il comune di Frigento. Spessore circa 200 m. (Cretacico sup. – Miocene Inferiore).

UNITA' TETTONICA DELLA DAUNIA

FLYSCH DI FAETO (FAE)

Formazione prevalentemente calcareo-marnosa, suddivisa in due litofacies eteropiche di ambiente marino di rampa carbonatica con apporti torbiditici. (Miocene medio -superiore). Nell'area in esame affiora la sola:

- **litofacies calcareo-marnosa (FAE_b)** - alternanza di calcareniti biancastre torbiditiche, calciruditi, brecciole calcaree e marne biancastre, in contatto tettonico con le *Argille Variegate*. Affiora a nord-est (loc. Mazzarella) ed est (loc. San Pancrazio) del territorio comunale, con spessore dell'ordine dei 100 m (Eocene - Miocene inferiore).



5.2 SEZIONI GEOLOGICHE

Sempre nello stesso elaborato (**G.3 - Carta Geolitologica e Sezioni**) si riportano n. 2 sezioni geolitologiche rappresentative delle situazioni ritenute più significative, dal punto di vista dell'assetto geologico, ai fini del presente studio, con particolare riferimento al centro abitato. Le sezioni rappresentano una sintesi delle condizioni geologico-tecniche dell'area investigata e sono state ricostruite fino ad una profondità dell'ordine dei 100 metri.

Le due sezioni (Fig. 23) attraversano le aree di maggiore interesse ai fini urbanistici ed evidenziano in particolare la struttura geologica del centro abitato di Villamaina; inoltre le stesse illustrano la complessa strutturazione del substrato geologico caratterizzato dalla presenza dei terreni del Flysch Rosso sia con il membro argilloso-marnoso che con quello calcareo clastico della formazione, in rapporto eteropico tra di loro.

Molto diffusi in affioramento risultano i depositi di copertura che mascherano il locale substrato geologico. Si evidenzia inoltre che il rilievo isolato di Villamaina è bordato da versanti con acclività da media a medio alta, caratterizzati dalla presenza di fenomeni di instabilità e da vallecicole a fondo concavo interessate dalla presenza di depositi colluviali. I terreni di copertura presentano spessori locali variabili tra i 3 e 10 metri.



Figura 23 - Sezioni geolitologiche A-A'e B-B' (legenda in elaborato G.3)



6.0 CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI

I terreni affioranti nel territorio comunale sono caratterizzati da variazioni latero-verticali significative, sia per caratteristiche intrinseche delle successioni litologiche che per la presenza di passaggi stratigrafici e tettonici, talora molto netti, tra le varie formazioni geolitologiche.

In tale contesto, sulla scorta delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche disponibili, e in considerazione delle finalità del presente studio, è possibile fornire una caratterizzazione tecnica di tipo medio delle varie litologie, rappresentativa delle condizioni generali riscontrate in fase di indagine.

La caratterizzazione puntuale e di dettaglio va necessariamente rimandata a studi di carattere esecutivo (Strumenti Urbanistici Esecutivi, studi privati, ecc.), indispensabili sia per l'acquisizione dei parametri geomeccanici puntuali dei terreni che per una specifica definizione della risposta sismica di sito.

Con riferimento alla *Carta Geolitologica* una prima distinzione delle unità rilevate va fatta tra quelle caratterizzabili mediante la meccanica dei terreni, prevalenti sia arealmente che in profondità, e quelli a comportamento prevalentemente lapideo, rappresentati localmente da litotipi prevalentemente calcareo-marnoso-arenacei dell'Unità tettonica di Frigento, del Fortore e della Daunia, oltre che da lembi limitati prevalentemente conglomeratici pliocenici.

Distinti a parte vi sono infine i depositi superficiali per lo più incoerenti, rappresentati dai termini litologici di copertura quaternaria affioranti nell'area.

Nelle zone di maggiore interesse ai fini urbanistici i terreni affioranti presentano le caratteristiche medie di seguito riportate, ricavabili da tutte le indagini disponibili.



TERRENI DI COPERTURA

Di seguito si riportano sinteticamente le principali caratteristiche tecniche dei terreni di copertura quaternari specificando che le stesse fanno riferimento a campioni prelevati nella porzione più integra, a profondità mediamente maggiori di 3 metri. Di conseguenza i livelli più superficiali risultano alterati ed aerati, con scadenti caratteristiche fisico-meccaniche e, pertanto, non utilizzabili ai fini tecnici. Nelle descrizioni seguenti i parametri fanno riferimento al quadro sinottico comparativo riportato nelle tabelle n. 3 , 4 e 5.

Deposito di frana (a₁)

Le caratteristiche di resistenza e compressibilità di questi terreni risultano scadenti in quanto gli stessi sono alterati e scompaginati con perdita di gran parte della originaria consistenza. Per questi terreni i parametri geotecnici medi possono essere desunti dai seguenti campioni: C1 SA13 - C1 S_{PUC}2.

I pochi dati disponibili possono essere utilizzati solo per studi preliminari sui fenomeni franosi presenti nel territorio comunale e di conseguenza vanno necessariamente integrati con studi specifici da realizzare in fase di attuazione dei singoli interventi di sistemazione idrogeologica con l'attenzione di considerare validi nelle verifiche i valori di resistenza residua accertati puntualmente

Deposito di versante (a)

Trattasi di detrito eterometrico, talora clinostratificato, costituito da pezzame lapideo calcareo-marnoso in matrice argilloso-limosa, variamente addensati e localmente cementati, disposto in limitate fasce localizzate principalmente lungo il versante che borda a sud il centro abitato, in un settore di scarso interesse ai fini urbanistici. Per questi terreni non vi sono dati geotecnici diretti in quanto difficilmente campionabili; d'altra parte anche le prove SPT disponibili risultano poco significative per la presenza di elementi lapidei che aumentano in maniera anomala il numero di colpi. Le caratteristiche tecniche risultano scadenti nei primi 3-4 metri di profondità



e migliorano con la profondità all'aumentare del grado di addensamento. Indagini puntuali saranno necessarie per definire in dettaglio i relativi parametri.

Coltre eluvio-colluviale (b₂)

Questi terreni hanno uno spessore variabile tra i 3 e i 8 mt. con una parte superficiale, dell'ordine di 2-3 mt. più alterata (Nspt < 10 colpi) ed una parte sottostante più consistente (Nspt = 10-15 colpi). Per quel che riguarda la porzione più integra i parametri geotecnici medi possono essere desunti dai numerosi campioni disponibili e siglati come **b₂** nelle tabelle n. 3, 4 e 5.

Deposito alluvionale (b)

Si ritrovano in prevalenza lungo il corso del torrente Fredane, rappresentandone il deposito attuale, con uno spessore variabile tra 3 e 6 metri. Per questi terreni non sono disponibili dati geomeccanici quantitativi ma le loro caratteristiche tecniche sono per lo più scadenti per cui il loro utilizzo ai fini tecnici va assolutamente evitato anche per la loro presenza in aree sottoposte a vincolo.

Travertino (f₁)

Per tali terreni si riportano nella tabella seguente (tab. n. 2) i parametri fisico-meccanici desunti da dati bibliografici puntuali (Le Pietre Storiche della Campania: Il Travertino Dorato e l'Alabastro Cotognino - A. Colella et alii a cura di M. de Gennaro – D. Calcaterra – A. Langella– 2013)



		n° campioni	media	min	max	dev. std.
Peso di volume secco	(kN/m ³)	42	25,41	25,28	25,56	0,07
Peso specifico reale	(kN/m ³)	42	25,75	25,60	25,88	0,07
Compattezza		42	0,98			
Assorbimento per capillarità	(gr/cm ² -s ^{1/2})	15	5,94*10 ⁻⁵	2,86*10 ⁻⁵	9,27*10 ⁻⁵	2,46*10 ⁻⁵
Capacità di imbibizione	(%)	15	2,70	1,23	3,82	0,82
Porosità aperta	(%)	42	1,32	1,05	1,50	0,13
Resistenza a compressione uniaassiale	(MPa)	3	65,38	63,67	68,40	
Resistenza all'urto	(J)	3	2,29	1,96	2,45	
Coefficiente di dilatazione termica lineare	10 ⁻⁶ mm/mm • °C ⁻¹	1	2,68			
Velocità ultrasonica a secco	(m/s)	15	5262	4622	5633	241

Tabella 2: Parametri fisico-meccanici del travertino di Gesualdo e Villamaina

Depositi alluvionali formati - Subsistema del fiume Ufita (SFL₄)

Questi terreni affiorano in pochi lembi limitati al margine meridionale del territorio comunale, in prossimità dei principali corsi d'acqua. Per la componente granulometricamente più fine, classificabile come "limo argilloso debolmente sabbioso", si fa riferimento al campione C1 del sondaggio Ss1 per la realizzazione della strada "Fondovalle Fredane".



CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI COPERTURA

Sondaggio	Campione	Profondità H (m)	Classificazione A.G.I.	Peso volume naturale γ_t (kN/m ³)	Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	Angolo d'attrito efficace (p. taglio) ϕ' (gradi)	Angolo d'attrito residuo ϕ_r (gradi)	Coesione efficace (p. taglio) C' (kN/m ²)	Coesione non drenata (EIL) C_u (kN/m ²)	Coesione residua C_r (kN/m ²)	Modulo Edometrico (tra 100 e 200 Kpa) E_{ed} (kN/m ²)	Classif. litotecnica
SONDAGGI - PIANO URBANISTICO COMUNALE 2022												
S _{pu1}	C1	4,50-5,00	Argilla ghiaiosa limosa sabbiosa	18,06	18,80	23,82°	10,56°	19,55	143,94	5,92	4377,68	b ₂
S _{pu2}	C1	5,00-5,50	Argilla con limo sabbiosa	18,67	18,80	21,31°	10,76°	21,60	152,70	4,34	3728,52	a _{1a}
SONDAGGI - SISTEMAZIONE AREA IN FRANA CAMPO SPORTIVO/GAUDIPELLIO 2021												
S _{g2}	C1	2,00-2,50	Limo argilloso	19,15	19,19	22,0°	-	8,3	25,2	-	-	b ₂
S _{g4}	C1	1,50-2,00	Limo con sabbia argilloso deb. ghiaioso	18,76	19,63	23,7°	-	10,4	-	-	8849	b ₂

Tabella 3: Parametri dei terreni di copertura



CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI COPERTURA

Sondaggio	Campione	Profondità H (m) prelievo	Classificazione A.G.I.	Peso volume naturale γ_t (g/cm ³)	Peso specifico dei grani γ_g (g/cm ³)	Peso volume saturo γ_s (g/cm ³)	Umidità w (%)	Indice dei pori e	Porosità n (%)	Angolo di attrito efficace ϕ' (gradi)	Angolo di resistenza al taglio efficace ϕ' (gradi)	Coesione drenata c' (KN/m ²)	Coesione non drenata c_u (KN/m ²)	Modulo edometrico (tra 100 e 1000 kPa) Ed (KN/m ²)	Classificazione litotecnica
SONDAGGI - LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE URBANA - 2011															
Sr1	C1	2,00-2,50	Limo con argilla	1,89	2,70	1,94	26,49	0,81	44,70	88,30	27°	19,4	-	b2	
Sr1	C1	2,00-2,50	Limo con argilla	1,76	2,71	1,91	21,61	0,87	46,50	67,25	27°	14,5	-	b2	
SONDAGGI - STRADA FONDOVALLE FREDDANE - 2014															
Ss1	C1	3,0-3,6	Sabbia argillosa deb. ghiaiosa	19,86	27,16	22,40	0,672	-	27,0°	21,7	-	-	-	SFTL4	
SONDAGGI - STRADA CONTURSI/GROTTAMINARDA - 2009															
SA13	C1	3,00-3,50	Limo argilloso deb. sabbioso	19,06	27,22	23,73	0,767	43,40	-	-	-	-	4995	a1a	

Tabella 4: Parametri dei terreni di copertura



CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI COPERTURA

		SONDAGGI - PIANO REGOLATORE GENERALE - 1984														
		Sondaggio	Campione	Profondità prelievo H (m)	Classificazione A.G.I.	Peso volume naturale γ_t (g/cm ³)	Peso specifico dei granuli γ_g (g/cm ³)	Peso volume saturo γ_s (g/cm ³)	Umidità w_n (%)	Indice dei pori e	Porosità n (%)	Angolo di attrito non drenato ϕ (gradi)	Angolo di attrito drenato ϕ' (gradi)	Coesione drenata C' (kg/cm ²)	Coesione non drenata C_u (kg/cm ²)	Classificazione Litotecnica
S4	C1			2,5-3,0	Sabbia	1,40	2,40	-	20,5	0,92	-	-	27°	0,0	-	b ₂
S7	C1			1,5-2,0	Argilla sabbiosa	1,30	2,30	-	30,4	-	-	6°	-	-	0,5	b ₂
S7	C2			4,0-4,5	Argilla siltosa	1,60	2,65	-	32,5	-	-	0°	-	-	1,0	b ₂
S9	C1			2,0-2,5	Argilla gialla	1,60	2,45	-	30,4	0,95	-	10°	-	-	0,6	b ₂
S15	C1			1,5-2,0	Sabbia argillosa	1,40	2,44	-	28,5	-	-	12°	-	-	0,4	b ₂

Tabella 5: Parametri dei terreni di copertura



SUBSTRATO GEOLOGICO

I terreni di substrato, per le loro principali caratteristiche geomeccaniche, sono stati accorpati in unità litotecniche caratterizzate da parametri fisico-meccanici medi simili; nella tabella n. 6 sono riportate le corrispondenti correlazioni relative alle varie unità geologiche affioranti in ambito comunale.

UNITA' GEOLOGICHE	UNITA' LITOTECNICHE	PERCENTUALE TERRITORIALE U.L.
<ul style="list-style-type: none"> - Litofacies conglomeratico-sabbiosa del Sintema di Ruvo del Monte (RVM_b) - Flysch Numidico (FYN) 	Terreni granulari cementati e stratificati	10%
<ul style="list-style-type: none"> - Formazione di Castelvetero (CVT₂) - Flysch Rosso (FYR; FYR₁) - Formazione di Corleto Perticara (CPA_a) - Gruppo delle Argille Variegate (AV_a) - Flysch di Faeto (FAE_b) 	Terreni caratterizzati da alternanze di litotipi argilloso-marnoso-calcarei stratificati	75%
<ul style="list-style-type: none"> - Flysch Rosso (FYR₂) 	Terreni prevalentemente lapidei di natura calcarea, stratificati e variamente fratturati	15%

Tabella 6: correlazione Unità Geologiche affioranti e relative Unità Litotecniche

Come si evince dalla tabella 4 le unità litotecniche più rappresentative in ambito comunale sono quelle appartenenti al gruppo dei terreni caratterizzati da alternanze di litotipi e subordinatamente da quelli prevalentemente lapidei, che nel complesso rappresentano il 90 % del substrato del Comune di Villamaina. Contestualmente questi terreni sono anche i più significativi per la pianificazione territoriale e per l'utilizzo ai fini urbanistici. Di conseguenza dal punto di vista geomeccanico risultano quelli maggiormente investigati.

I parametri geotecnici delle varie unità litotecniche vengono riportati nelle seguenti tabelle n. 7- 8 - 9.



CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DEL SUBSTRATO GEOLOGICO												
Sondaggio	Campione	Profondità H (m)	Classificazione A.G.I.	Peso volume naturale γ_t (KN/m ³)	Peso volume saturo γ_{sat} (KN/m ³)	Angolo d' attrito efficace (p. taglio) ϕ' (gradi)	Angolo d' attrito residuo ϕ_r (gradi)	Coesione efficace (p. taglio) c' (KN/m ²)	Coesione non drenata (EII) c_u (KN/m ²)	Coesione residua c_r (KN/m ²)	Modulo Edometrico (tra 100 e 200 kPa) E_{ed} (KN/m ²)	Classif. Litotecnica
SONDAGGI - PIANO URBANISTICO COMUNALE 2022												
S _{PUC1}	C2	10,50-11,00	Limo con argilla sabbioso	20,33	20,70	21,54°	-	21,86	181,93	-	-	EYR
S _{PUC2}	C3	14,50-15,00	Argilla con limo	19,88	20,10	-	-	-	200,80	-	-	CVT ₂
SONDAGGI - SISTEMAZIONE AREA IN FRANA CAMPO SPORTIVO/GAUDIELLO - 2021												
S _{G1}	C1	6,00-6,50	Limo argilloso deb. sabbioso	19,03	19,89	18,8°	-	15,7	50,5	-	-	EYR
S _{G3}	C2	6,50-7,00	Limo argilloso	19,29	19,80	19,5°	19,0°	17,4	-	8,5	-	EYR

Tabella 7: Parametri dei terreni di substrato



CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DEL SUBSTRATO GEOLOGICO														
Sondaggio	Campione	Profondità prelievo H (m)	Classificazione A.G.I.	Peso volume naturale γ_t (kN/m ³)	Peso specifico dei grani γ_g (kN/m ³)	Peso volume saturo γ_s (kN/m ³)	Umidità w_n (%)	Indice dei pori e	Porosità n (%)	Angolo di attrito efficace ϕ' (gradi)	Coessione drenata c' (kN/m ²)	Coessione non drenata c_u (kN/m ²)	Modulo edometrico (tra 100 e 1000 kPa) E_d (kN/m ²)	Classificazione litotecnica
SONDAGGI - DISCARICA FORMULANO - 2014														
S _{D1}	C1	3,0-3,5	Sabbia siltosa	19,18	27,41	19,69	25,69	0,796	44,33	88,44	26,0°	3,0	-	FYN
S _{D1}	C2	12,0-12,5	Sabbia siltosa	19,33	27,20	19,92	23,19	0,733	42,31	86,00	25,0°	26,0	-	FYN
SONDAGGI - STRADA CONTURSI/GROTTAMINARDA - 2009														
SAL3	C2	25,0-25,5	Limo con argilla	19,98	26,86	19,83	0,610	3,91	18,43°	28,84	430,0	-	-	FAEb
SAL4	C1	5,00-5,50	Limo con argilla	18,89	26,49	22,77	0,722	41,92	21,04°	15,23°	-	-	-	AV
SF12	C1	4,00-4,50	Limo argilloso	20,50	27,38	19,23	0,592	37,20	25,16°	10,80	1,64 residua	-	-	FAEb
SF12	C2	10,0-10,5	Limo argilloso deb. sabbioso	20,19	26,87	12,51	0,497	33,22	-	-	-	-	-	FAEb

Tabella 8: Parametri dei terreni di substrato



CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DEL SUBSTRATO GEOLOGICO														
Sondaggio	Campione	Profondità H (m) prelievo	Classificazione A.G.I.	Peso volume naturale Yt (g/cm ³)	Peso specifico dei grani Yg (g/cm ³)	Peso volume saturo Ys (g/cm ³)	Umidità Wn (%)	Indice dei pori e	Porosità n (%)	Grado di saturazione Sr (%)	Angolo di resistenza al taglio efficace φ' (gradi)	Coesione drenata C' (kg/cm ²)	Modulo edometrico (tra 100 e 1000 kPa) Ed (kN/m ²)	Classificazione Litotecnica
SONDAGGI - RICOSTRUZIONE PONTE FORMULANO - 2004														
Sp1	C1	4,5-4,8	limo deb. sabbioso con argilla	1,83	2,76	-	26,43	-	-	-	18,0°	0,09	-	FYR
Sp2	C1	6,0-6,5	limo sabbioso deb. ghiaioso con argilla	2,08	2,74	-	22,36	-	-	-	20,8°	0,03	-	FYR
Sp2	C2	15,0-15,3	limo deb. sabbioso con argilla	2,07	2,76	-	15,84	-	-	-	16,0°	0,10	-	FYR
SONDAGGI - PIANO REGOLATORE GENERALE - 1984														
Sondaggio	Campione	Profondità H (m) prelievo	Classificazione A.G.I.	Peso volume naturale Yt (g/cm ³)	Peso specifico dei grani Yg (g/cm ³)	Peso volume saturo Ys (g/cm ³)	Umidità Wn (%)	Indice dei pori e	Porosità n (%)	Angolo di attrito non drenato φ (gradi)	Angolo di attrito drenato φ' (gradi)	Coesione drenata C' (kg/cm ²)	Coesione non drenata Cu (kg/cm ²)	Classificazione Litotecnica
S4	C2	4,0-4,5	Argilla gialla	1,75	2,60	-	28,0	0,95	-	0°	-	-	1,30	FYR ₂
S9	C2	8,0-8,5	Argilla grigia	1,65	2,74	-	28,5	-	-	0°	-	-	1,5	FYR
S13	C1	2,5-3,0	Sabbia	1,30	2,30	-	22,0	-	-	-	27°	0,0	-	FVN

Tabella 9: Parametri dei terreni di substrato



7.0 IDROGEOLOGIA

L'indagine idrogeologica del territorio comunale di Villamaina, inquadrata nel contesto regionale, ha consentito di definire più nel dettaglio i complessi idrogeologici presenti, distinti per differente comportamento rispetto alla circolazione idrica sotterranea, in funzione del tipo e del grado di permeabilità relativo. L'analisi delle principali emergenze idriche, inoltre ha permesso di definire i principali schemi di circolazione idrica sotterranea con le possibili implicazioni connesse alla presenza della falda sul comportamento meccanico e sulla risposta sismica locale dei terreni affioranti.

Il tutto è stato rappresentato in planimetria, secondo le indicazioni valide a livello nazionale (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1995), con la stesura della **Carta Idrogeologica (Elab. G.4)**, in cui sono anche riportati i principali elementi che caratterizzano l'idrologia superficiale.

7.1 CARTA IDROGEOLOGICA

Nell'insieme il territorio comunale è caratterizzato in buona parte dalla presenza in affioramento di terreni a permeabilità medio-bassa, con potenzialità idriche limitate. Maggiori potenzialità idriche si riscontrano nel settore centrale del territorio comunale dove sono presenti terreni con grado di permeabilità medio che originano emergenze sorgive dove le condizioni stratigrafiche e strutturali lo consentono.

I termini stratigrafici prevalenti sono quelli dell'Unità di Frigento i quali si suddividono in più complessi, da prevalentemente calcareo-marnoso ed arenaceo (acquifero potenziale) a prevalentemente pelitico (impermeabile relativo).

Le caratteristiche delle unità geolitologiche affioranti nell'area hanno permesso, come detto, di classificare le stesse in funzione del comportamento idrogeologico medio. Sono stati così distinti, per tipo e grado di permeabilità relativo, sei complessi idrogeologici, di seguito descritti, a comportamento omogeneo rispetto alla circolazione idrica superficiale e sotterranea.



COMPLESSO CALCAREO-MARNOSO (A)

E' costituito da terreni marini in facies di flysch con alto rapporto calcare/pelite. La permeabilità varia da media a, localmente, scarsa per fratturazione. Affiora prevalentemente nella zona centrale dell'area e rappresenta il complesso caratterizzato dalla presenza dei maggiori volumi idrici di acque sotterranee dell'intero comune, alimentando gran parte delle sorgenti cartografate con portate limitate. In particolare il complesso in esame alimenta la sorgente "Formulano", situata a sud del centro abitato, caratterizzata da una portata superiore ad 1 l/s. Le emergenze si hanno sia per tamponamento da parte di terreni meno permeabili con sorgenti per limite di permeabilità e per soglia di permeabilità, sia per erosione accentuata del complesso con sorgenti per affioramento della piezometrica; i deflussi sotterranei, variabili da luogo a luogo, per lo più sono congruenti con l'andamento della stratificazione. Lo spessore del complesso è dell'ordine dei 200 metri.

COMPLESSO MARNOSO-ARGILLOSO-SILTOSO (B)

Terreni marini e di transizione talora in facies di flysch con bassissimo rapporto calcare/pelite. Grado di permeabilità da scarso per porosità e fratturazione a, localmente, impermeabile. Rappresenta uno degli impermeabili relativi locali e affiora nella parte centrale e meridionale del territorio comunale. Nella parte superficiale del complesso l'alterazione e fessurazione della componente pelitica determina un certo incremento del grado di permeabilità che localmente origina deflussi idrici discontinui e a regime stagionale nei primi metri di profondità.

COMPLESSO MARNOSO-ARGILLOSO-ARENACEO (C)

Terreni marini e di transizione in facies di flysch con basso rapporto arenaria/pelite o calcare/pelite. Permeabilità per porosità e fratturazione da scarsa a, localmente, media. Affiora in lembi sparsi in più punti del territorio comunale, dove alimenta alcune sorgenti, a portata limitata, per aumento locale del rapporto calcare-arenaria/pelite. Negli altri casi le condizioni stratigrafico-strutturali sono sfavorevoli all'instaurarsi di falde di una certa consistenza con relative emergenze idriche superficiali, assumendo localmente il ruolo di impermeabile relativo. Lo spessore del complesso è superiore al centinaio di metri.



COMPLESSO CONGLOMERATICO-SABBIOSO-ARENACEO (D)

Conglomerati e sabbie di ambiente marino e di transizione, arenarie in facies di flysch, con grado di cementazione e fratturazione variabili. Permeabilità per porosità e localmente per fratturazione da media ad alta. Presente diffusamente nel settore meridionale prossimo al fondovalle Fredane e in porzioni limitate lungo il V.ne dei Bagni e loc. Campolongo, risulta tamponato da terreni poco permeabili e in entrambi i casi la scarsa estensione del complesso non dà origine a sorgenti significative. Lo spessore del complesso è dell'ordine dei 100 mt.

COMPLESSO LIMOSO-CIOTTOLOSO-ARGILLOSO (E)

Depositi continentali eluvio-colluviali, detrito di frana e di versante, terreni a matrice limoso-argillosa con inclusi lapidei talora prevalenti. Permeabilità variabile per porosità da scarsa a media. Affiora diffusamente in tutto il territorio comunale e presenta una permeabilità variabile da luogo a luogo in funzione della percentuale di inclusi ciottolosi presenti nella matrice; il limitato grado di permeabilità, gli spessori ridotti e le caratteristiche geomorfologiche di affioramento non consentono l'instaurarsi di falde permanenti in tali terreni, i quali per lo più sono caratterizzati da circolazione idrica sotterranea stagionale, strettamente legata all'andamento del regime pluviometrico e spesso alimentano tratti di rami drenanti secondari. Lo spessore medio è dell'ordine dei 6-8 mt.

COMPLESSO SABBIOSO-GHIAIOSO-LIMOSO (F)

E' costituito da alluvioni antiche e recenti formate da conglomerati e sabbie con intercalazioni limoso argillose. Permeabilità per porosità da media a scarsa, variabile in funzione della granulometria. Travertini (f1) da mediamente ad altamente permeabili per porosità e fratturazione. Il complesso affiora lungo il corso del t. Fredane (alluvioni) e a nord di loc. Cesine (travertini); pur essendo sede di falda, le emergenze idriche sono drenate direttamente dal corso del torrente Fredane. Lo spessore del complesso varia tra i 5 e 20 mt.

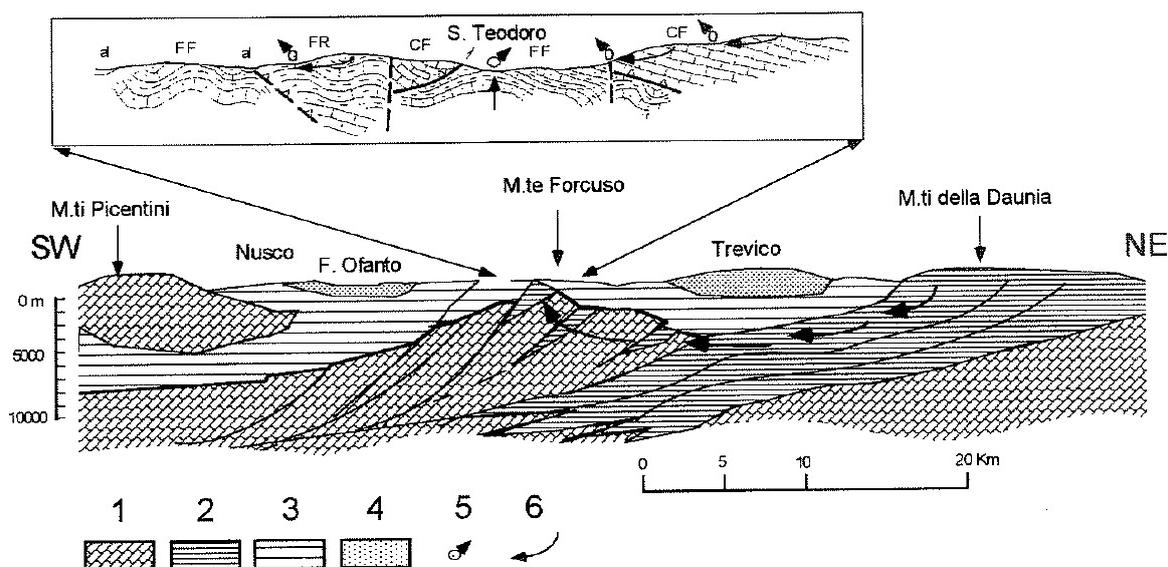
Dall'analisi della Carta Idrogeologica e dei dati citati, ai fini tecnici è necessario sottolineare la presenza locale di falde stagionali poco profonde nei complessi limoso-ciottoloso-argillosi (terreni quaternari) e nel



complesso marnoso-argilloso, che per le loro caratteristiche tecniche sono condizionati dal contenuto d'acqua, con riduzioni di resistenza al taglio e incremento delle azioni sismiche locali nei casi di presenza di falda.

- SORGENTE DI SAN TEODORO

Un discorso a parte va fatto per la “sorgente” di San Teodoro, sede di un complesso termale attivo dal XVII secolo, situata a circa 3 Km ad est dell’abitato nei pressi di Vallone dei Bagni. In questo caso sono stati svolti vari studi in passato a carattere geologico, idrogeologico e geochimico (Ortolani et alii, 1981; Di Nocera et alii, 1999; Minissale & Vaselli, 2011) che hanno evidenziato l’esistenza di una sorgente ipotermale con portata fino a 7 l/s, captata con pozzi, le cui acque appartengono al gruppo bicarbonato-solfato-calciche. Nella figura 24 è rappresentato lo schema idrogeologico che illustra l’ipotesi di provenienza delle acque caratterizzate da una circolazione lenta e profonda in terreni a prevalente matrice carbonatica, in presenza di un alto topografico sepolto (500-1000 m) legato alla risalita della Piattaforma carbonatica Apula e sormontata da una struttura anticlinale strutturata in depositi calcareo-clastici del Flysch di Faeto. La risalita delle acque avverrebbe, secondo gli autori, attraverso fratture che interessano sia il substrato carbonatico che la sua copertura ed il riscaldamento (26°-27°) sarebbe legato al naturale gradiente geotermico.



- Sezione schematica idrogeologica a scala regionale, che illustra l’ipotesi sulla provenienza della ricarica della falda profonda che alimenta la sorgente di S. Teodoro dalle porzioni orientali della catena. LEGENDA: 1) terreni calcareo-dolomitici di piattaforma carbonatica; 2) depositi calcareo-marnosi del Bacino Apulo e del Flysch di Faeto; 3) depositi prevalentemente pelitici del Bacino lagonegrese-molisano; 4) depositi clastici pliocenici; 5) sorgenti; 6) deflussi idrici; ai, alluvioni; FF, Flysch di Faeto; FR, Formazione di Frigento; CF, calcarei di Fortino Stullo.

Figura 24: Sezione schematica idrogeologica da Di Nocera et alii, 1999



Come detto dal punto di vista geochimico le acque appartengono al gruppo bicarbonato-solfato-calciche e le caratteristiche principali sono sintetizzate nella seguente tabella n 10.

Spring	Location	Q (l/s)	T (°C)	ph	$\delta^{18}O$ (‰ PDB)	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Cl (ppm)	SO ₄ (ppm)	HCO ₃ (ppm)	SiO ₂ (ppm)	H ₂ S (ppm)	Sr (ppm)	CO ₂ (ppm)	TDS (ppm)	References
San Teodoro	Villamaina	7	27	6,4	-7,20	51,00	8,00	190,00	60,00	36,00	38,00	915,00	17,00	1,5	0,90	175,50	1314	Ortolani et al., 1981; Minissale & Vaselli, 2011

Tabella 10

Da quanto detto è chiaro che la genesi della sorgente di San Teodoro non rientra nello schema di circolazione idrogeologica descritto per le altre sorgenti presenti in ambito territoriale, legate all'esistenza di limitati acquiferi locali a potenzialità limitata, e rappresenta un elemento di interesse almeno di livello regionale come geosito da tutelare e valorizzare adeguatamente.



8.0 GEOMORFOLOGIA E STABILITA'

8.1 CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'assetto morfologico è strettamente connesso alla natura dei terreni affioranti ed alle vicissitudini neotettoniche e climatiche che hanno interessato la regione. Nell'ambito del territorio comunale i processi geomorfologici in atto sono determinati in massima parte dall'azione erosiva dei corsi d'acqua che drenano l'area, che sono in condizioni di non equilibrio a causa delle recenti variazioni del livello di base dell'erosione che ha determinato la formazione di tratti di territorio con elevata energia di rilievo e profili dei rami drenanti caratterizzati da pendenze localmente alquanto accentuate. La diffusa presenza areale di coperture detritiche eluvio-colluviali contribuisce notevolmente allo sviluppo dei fenomeni di instabilità. In tale contesto evolutivo sono inquadrabili i principali fenomeni di dissesto in atto sia profondi che superficiali rilevabili nel territorio comunale e raggruppabili in quattro aree principali.

Versante destro Vallone Gialloise: il versante di raccordo tra il crinale secondario situato tra loc. Campolongo e Centro abitato di Villamaina ed il vallone Gialloise si sviluppa in litologie prevalentemente pelitiche, con presenza di alternanza di litotipi calcareo-marnoso-arenacei, ricoperte da estese coperture quaternarie e con pendenze comprese tra il 10% ed il 25%. In questo contesto sono presenti una serie di fenomeni franosi, alla scala dell'intero versante, sia quiescenti che attivi, come quello che interessa il lato occidentale del locale campo sportivo. Tali fenomeni, per lo più di tipo complesso, sono accompagnati da solifluzione di tipo superficiale e profondo.

Versanti di Vallone delle Conche: i versanti che bordano il Vallone delle Conche, presente nella zona centrale del territorio comunale, sono caratterizzati dalla presenza di un substrato in prevalenza calcareo-marnoso, con settori limitati a prevalenza pelitica, e con pendenze medie prossime al 20% e localmente fino ad oltre il 50%. I fenomeni di instabilità di questa zona sono più concentrati rispetto ai precedenti e risultano essere i più estesi in dimensioni dell'intero territorio comunale. In particolare si segnalano il fenomeno di colamento



attivo di loc. Cerasito e quello complesso in fase quiescente che si sviluppa tra Villamaina e loc. Buffone, accompagnato da solifluzione di tipo superficiale e profonda.

Versante sinistro Vallone dei Bagni: il versante si sviluppa in litologie a composizione molto variabile in un contesto geologico-strutturale complesso caratterizzato dai contatti tettonici tra le tre principali unità strutturali individuate nell'area (U. di Frigento, U. del Fortore, U. della Daunia), con pendenze spesso superiori al 25%. La franosità locale è molto estesa con fenomeni attivi di tipo plastico e complessi alla scala dell'intero versante ed è strettamente connessa alla tettonizzazione dei litotipi presenti ed all'azione erosiva del sottostante corso d'acqua.

Versante di raccordo con Torrente Fredane: il versante che raccorda il centro abitato con il principale corso d'acqua dell'area è caratterizzato dalla presenza di un substrato calcareo-marnoso nella parte alta ed argilloso-marnoso-arenaceo nella parte medio bassa, con pendenze medie prossime al 25% e localmente fino ad oltre il 50%. I fenomeni di instabilità di questa zona sono concentrati in corrispondenza di concavità morfologiche di versante e risultano per lo più di tipo complesso quiescente, con solifluzione di tipo superficiale e profonda attiva. Si segnala in tale settore il fenomeno di colata attiva presente in loc. Sotto le Coste e le due zone a margine del centro urbano caratterizzate da instabilità diffusa delle scarpate in calcari.

Nel complesso i principali fenomeni di dissesto in atto, sia profondi che superficiali, risultano essere in massima parte del tipo colamenti (lento o rapido) e secondariamente scivolamenti rotazionali/traslativi e/o complessi (fig. 25), come riportato nella carta Inventario dei Fenomeni Franosi (IFFI) e nel P.S.A.I. dell'Autorità di Bacino competente.

Frane per tipo di movimento

Scivolamento rotazionale/traslativo	6
Colamento lento	33
Colamento rapido	6
Complesso	14
n.d.	3

* Copertura temporale degli Eventi IFFI: 2018-2021

Figura 25 - Censimento Frane IFFI (Comune di Villamaina)

Villamaina

Numero frane: 62





8.2 CARTA DELLA STABILITA'

Il concetto di stabilità dei versanti è stato in parte superato da quello di pericolosità e quindi di rischio indotto dal fenomeno franoso. Risulta generalmente accettata una definizione del rischio relativo ad un fenomeno naturale di assegnata intensità, inteso come numero atteso di vittime, persone ferite, danni a proprietà, distruzione o interruzione di attività economiche, espresso da una relazione del tipo : $R = P \times E \times V$

P = Pericolosità del fenomeno

E = Elementi a rischio

V = Vulnerabilità degli elementi a rischio

La relazione esposta evidenzia a sua volta come il rischio da associare ad un fenomeno franoso dipende dalla sua pericolosità. La pericolosità è a sua volta definita come probabilità di accadimento, all'interno di una certa area e in un certo intervallo di tempo, di un fenomeno naturale di assegnata intensità. La definizione di pericolosità dei fenomeni franosi deriva quindi dall'intensità del fenomeno legato alle modalità di movimento e distacco e alla successiva evoluzione cinematica della frana (velocità).

Le tipologie di frana, così come definite da Varnes, sono differenziate in base al diverso meccanismo di movimento ed al differente materiale coinvolto.

La velocità di movimento rappresenta un carattere della singola frana, che varia in funzione di alcuni parametri intrinseci ed estrinseci al fenomeno stesso (pendenza del versante, quantitativo di acqua, condizioni e tipo del materiale coinvolto, condizioni strutturali locali, ecc.).

La velocità della frana, però, contribuisce in modo significativo alla definizione della pericolosità della fenomenologia. Pertanto, sono certamente da considerare ad alta pericolosità quei fenomeni franosi che hanno un distacco improvviso ed un'evoluzione del movimento rapido, come definito da Varnes nel 1978 e da Cruden & Varnes nel 1996.

I crolli in roccia e terra, le colate di fango e detrito, i debris-flow ed alcune frane di colata rapida in terreni prevalentemente argillosi o limosi sono da annoverare tra le frane a maggiore pericolosità perché considerate a



cinematica generalmente rapida oltre che con distacco improvviso; mentre, i fenomeni di tipo deformazione plastica (colata lenta) e scorrimento rotazionale in terra si possono considerare a pericolosità media, poiché sebbene la modalità di distacco possa essere comunque improvvisa, la successiva evoluzione cinematica del movimento è generalmente da annoverare tra i fenomeni non rapidi.

Ad intensità moderate possono essere ricondotti altri fenomeni di movimento in massa lento e superficiali o contenuto nello spazio.

Per tradurre i risultati dello studio in indicazioni di supporto alla pianificazione territoriale nella realizzazione dell'elaborato **G.6 - Carta della Stabilità** si è ritenuto opportuno adeguarsi ai criteri che hanno informato le perimetrazioni e la redazione delle norme d'attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Rischio Frana, redatto dalla competente Autorità di Bacino.

I livelli di pericolosità delle varie fenomenologie, lo stato di attività e il contesto sismico del comune (che rientra in Zona Sismica di Prima Categoria) concorrono quindi nello stabilire la qualità da assegnare dal punto di vista della stabilità geomorfologica ai vari ambiti territoriali ai fini delle destinazioni urbanistiche (**tabella n. 11**).

Le indicazioni contenute nel presente studio relativamente all'individuazione di tipologia e vincoli relativi dei fenomeni franosi individuati, data l'estensione dell'area studiata e l'impossibilità di avere disponibilità di indagini di dettaglio diffuse in tutto il territorio, possono essere modificate sulla base di studi più specifici la cui articolazione potrà ricalcare quella descritta in precedenza.

Inoltre nell'allegato **G.1-A.1 (Carta delle Pendenze)**, in scala **1:10.000**, è riportata l'acclività del territorio.



Pericolosità Tipologia di fenomeno	Descrizione	Destinazioni urbanistiche compatibili con le seguenti indicazioni
Molto elevata (Colate rapide di fango e detritico-fangose; complessi)	Aree interessate da fenomeni di instabilità attivi di tipo colata rapida e complesso, per le quali si rimanda all'art.3 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio.	Informate all'art. 3 delle Norme di Attuazione Piano Stralcio. - Possibilità d'interventi di manutenzione ordinaria o di piccola rilevanza sull'esistente; - Interventi volti a ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità - Interventi per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche nonché realizzazione d'infrastrutture pubbliche o d'interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non delocalizzabili, purché l'opera sia progettata ed eseguita in misura commisurata al grado di rischio - Interventi sulle acque superficiali volti a migliorare le condizioni di stabilità - opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi
Elevata (Scorrimenti e colamenti lenti)	Aree interessate da fenomeni di instabilità attivi di tipo lento o quiescenti in contesto di alta sismicità, per le quali si rimanda all'art.6 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio.	Informate all'art. 6 delle Norme di Attuazione Piano Stralcio. - Possibilità d'interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo; - Interventi di ampliamento degli edifici esistenti per motivate necessità di adeguamento igienico e sanitario ed interventi di minima rilevanza - Interventi volti a ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità - Interventi per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche nonché realizzazione d'infrastrutture pubbliche o d'interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non delocalizzabili, purché l'opera sia progettata ed eseguita in misura commisurata al grado di rischio - Interventi sulle acque superficiali volti a migliorare le condizioni di stabilità - opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi
Media (Soliflussi superficiali e profondi)	Aree con copertura detritica medio-spessa interessate da fenomeni di soliflusso superficiale e profondo per le quali si rimanda all'art.8 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio.	Informate all'art. 8 e 10 delle Norme di Attuazione Piano Stralcio - Costruzioni ed interventi subordinati al non aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio e alla garanzia di progetti ed esecuzioni adeguate al rischio dell'area - Per le opere pubbliche, di interesse pubblico e le opere private di rilevante importanza per dimensioni ed interessi perseguiti si richiede uno studio di compatibilità idrogeologica di seguito specificato commisurato all'importanza e dimensione dell'opera; per le altre opere è necessario uno studio di compatibilità commisurato all'importanza dell'opera
Moderata (Soliflussi superficiali e profondi, aree di fondovalle fluviale o torrentizio, o di vallecola o impluvio di versante potenzialmente interessabili da sovralluvionamento)	Aree di versante interessate da fenomeni di soliflusso, vallecicole o impluvi di versante e aree di fondovalle fluviale o torrentizio potenzialmente sovralluvionabili, per le quali si rimanda all'art.10 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio.	L'uso è subordinato a studi e verifiche idrauliche che stabiliscano la compatibilità dell'intervento
Bassa (Concavità di versante e di accumulo di base versante)	Aree di versante prive di fenomeni di instabilità in atto ma di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per le quali si rimanda all'art.13 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio.	Informate all'art. 13 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio Applicazione della normativa vigente (D.M.11-03-88 e circolare LLPP 29-4-88 n.3438)
Non significativa	Aree in cui non è stato riconosciuto un livello di pericolosità significativo, per le quali si rimanda all'art.14 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio.	Informate all'art. 14 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio

Tabella n. 11



9.0 MICROZONAZIONE SISMICA

Gli studi di MS risultano di fondamentale importanza nella pianificazione urbanistica al fine di orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti, stabilire indirizzi e modalità di intervento nelle zone urbanizzate e definire le priorità di intervento. In funzione dei diversi contesti e obiettivi gli studi di MS possono essere effettuati a vari livelli di approfondimento:

- **livello 1** - propedeutico ai veri e propri studi di MS , in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte;
- **livello 2** - introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la Carta di Microzonazione Sismica;
- **livello 3** - restituisce una Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Ai fini del presente studio, in ottemperanza alla Normativa Regionale vigente, è stato sviluppato il livello di approfondimento 1 che ha avuto come scopo finale la realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica Carta - MOPS (**Elaborato G.7**), redatta secondo gli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica* (Dipartimento della Protezione Civile), e propedeutica alla Carta di Microzonazione Sismica realizzata ai sensi delle NTC2018 (**Elaborato G.8**).



9.1 SCOPI E METODOLOGIA ADOTTATA

La microzonazione sismica (MS) ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente grande (scala comunale o sub comunale) le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture. In sostanza, lo studio di MS viene sintetizzato in una carta del territorio (Carta delle MOPS) nella quale sono indicate:

- **le zone stabili**, in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;

- **le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;

- **le zone di attenzione per Instabilità**, in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

Lo studio di MS fornisce una base conoscitiva della pericolosità sismica locale delle diverse zone e consente di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico, a varie scale.

Operativamente, sulla base della cartografia geologica ed indagini geognostiche disponibili, nonché dei rilievi geomorfologici, è stata realizzata propedeuticamente la **Carta Geologico Tecnica per la Microzonazione Sismica (Allegato G.1-A.2)**, in cui sono rappresentati gli elementi geologici e morfologici che possono modificare il moto sismico in superficie, corredata da **Sezioni Geologico Tecniche** rappresentative delle situazioni ritenute più significative ai fini del presente studio.



Con riferimento alle caratteristiche litotecniche descritte, le unità geologiche rilevate in ambito comunale, distinte in terreni di copertura e substrato geologico, sono state riclassificate in unità geologico-tecniche secondo gli Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica nazionali, come riportato nella seguente tabella n. 12 :

TERRENI DI COPERTURA (QUATERNARIO)		
UNITA' GEOLOGICA	UNITA' GEOLOGICO-TECNICA	
	SIGLA	DESCRIZIONE
- Deposito di frana attiva e quiescente		Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
- Detrito di versante	GC fd	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
- Coltre eluvio-colluviale	MH ec	Limi inorganici, sabbie fini, limi micacei o diatomici
- Deposito alluvionale fluvio-lacustre	GM in	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
- Travertino	LC lc	Litoide di copertura di natura calcarea
- Deposito alluvionale terrazzato	GC tf	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
SUBSTRATO GEOLOGICO		
UNITA' GEOLOGICA	UNITA' GEOLOGICO-TECNICA	
	SIGLA	DESCRIZIONE
- Litofacies conglomeratico-sabbiosa del Sintema di Ruvo del Monte (RVM _b) - Flysch Numidico (FYN)	GRS	Granulare cementato, stratificato
- Membro siltoso-argilloso-marnoso della Formazione di Castelvete (CVT ₂) - Flysch Rosso (FYR; FYR ₁) - Formazione di Corleto Peticara (CPA _a)	ALS	Alternanza di litotipi, stratificato
- Flysch di Faeto (FAE _b) - Gruppo delle Argille Variegata (AV _a)	SFALS	Alternanza di litotipi, stratificato fratturato/alterato
- Flysch Rosso (FYR ₂)	SFLPS	Lapideo, stratificato fratturato/alterato

Tabella n. 12



Le caratteristiche tecniche principali delle nuove unità individuate, utili ai fini della microzonazione sismica del territorio, sono le seguenti:

Terreni di copertura

- GCfd** Detrito di versante a granulometria mista (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo), moderatamente addensato; spessore compreso tra 3 e 8 m. Pleistocene sup.-Attuale.
- MHec** Coltre eluvio-colluviale limoso-sabbioso-argillosa da sciolta a poco addensata; spessore compreso tra 3 e 8 m. Pleistocene sup.- Attuale.
- GMin** Deposito alluvionale ghiaioso-sabbioso con livelli limoso-argillosi, da sciolto a poco addensato. Spessore compreso tra 3 e 6 m. Olocene - Attuale.
- LCIc** Litoide di copertura di natura calcarea a struttura vacuolare (travertino). Spessore dell'ordine dei 10 m. Pleistocene sup - Olocene.
- GCtf** Deposito alluvionale ghiaioso-limoso-sabbioso pedogenizzato con livelli limoso-argillosi, da moderatamente addensato ad addensato. Spessore compreso tra 5 e 20 m. Pleistocene superiore - Olocene.

Substrato geologico

- GRS** Ortoconglomerati poligenici eterometrici a cementazione variabile, con intercalazioni sabbiose (RVM_b; Pliocene inf.-sup.); quarzareniti a cemento siliceo giallastre a grana media variamente cementate con livelli conglomeratici e siltitici (FYN; Burdigaliano-Langhiano). Spessore compreso tra 50 e 200 m.
- ALS** Alternanza di argille variegata, marne, calcari e diaspri in strati medi (FYR - FYR₁; Cretacico sup.-Burdigaliano sup.); alternanza di calcari marnosi, calcari, argille marnose ed arenarie (CPA_a; Eocene-Miocene); alternanza di argille, marne, arenarie e calcareniti (CVT₂; Messiniano inferiore). Spessore 300-500 m.
- SFALS** Alternanza di argille variegata, marne, calcari e arenarie in strati medi (AV_a; Cretacico sup.-Burdigaliano sup.); alternanza di calcareniti, breccie calcaree, calcari marnosi, e marne (FAE_b; Eocene-Miocene). Spessore 100-200 m.
- SFLPS** Calcareniti, calciruditi e calcilutiti in strati e banchi fratturati ed alterati con rare intercalazioni di marne e argilliti (FYR₂; Cretacico sup.-Burdigaliano sup.). Spessore dell'ordine dei 250 m.



Per quanto riguarda gli aspetti relativi alle forme e processi geomorfologici legati alla dinamica di versante, sono stati analizzati e cartografati fenomeni franosi relativamente al loro stato di attività:

Instabilità di versante



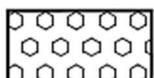
Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (frane attive, complesse)



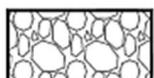
Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (frane quiescenti, complesse)

In carta sono stati inoltre evidenziati i seguenti elementi utili alla microzonazione:

Forme di superficie e sepolte



Conoide alluvionale



Falda detritica



Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10_20 m)

Sulla base di tali elaborati è stata quindi predisposta la **Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)** attraverso l'individuazione di microzone a comportamento sismico omogeneo nell'ambito del quadro conoscitivo dei dati reperiti e delle verifiche effettuate.



9.2 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Tale cartografia (**Elaborato G.7 - Carta della Microzonazione Sismica MOPS**) è stata redatta in linea con gli “Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica” nazionale, per cui sono state individuate le microzone per le quali, sulla base delle osservazioni geolitologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche e dei dati acquisiti, possono essere ipotizzati l’occorrenza di diversi tipi di effetti di amplificazione. La cartografia corrisponde ad un approfondimento di Livello 1 ed individua qualitativamente la geometria delle aree potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici locali. Allo stato attuale delle conoscenze i risultati ottenuti non hanno rilevato la presenza in affioramento del “substrato sismico” equiparabile al caso di roccia rigida e pianeggiante, per cui le microzone sono state distinte in 2 categorie principali:

1) **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.** Si tratta di aree in cui sono attese amplificazioni del moto sismico, causate dall’assetto litostratigrafico e/o morfologico locale. Questa categoria è presente in tutto il territorio comunale.

2) **zone di attenzione per instabilità.** Si tratta di zone nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, quali instabilità di versante (frane attive e quiescenti). Questa categoria, diffusa in tutto il territorio è presente laddove sono state cartografate le instabilità di versante.

Per ogni Zona è stato ricostruito il modello geologico di sottosuolo, attraverso la rappresentazione di colonne litostratigrafiche sintetiche. Gli spessori riportati all’interno di ogni modello sono stati mediati sulla base di quelli rilevati nelle indagini di riferimento e, laddove necessario, tramite un rilevamento di campagna.

Di seguito vengono descritte le zone identificate.



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zona 1



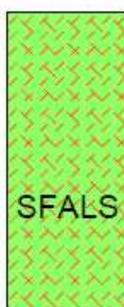
Zona 1 – 2001: costituita essenzialmente dai termini litoidi fratturati (SFLPS) del Flysch Rosso (FYR₂) dell'U.Tettonica di Frigento spessi non meno di 200 m, con copertura quaternaria assente o di potenza inferiore ai 3 m. Risulta essere un'area stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico e/o morfologico, presente nella zona centrale del territorio comunale e in particolare nel centro abitato.

Zona 2



Zona 2 – 2002: data dalle formazioni costituenti l'alternanza di litotipi stratificati (ALS) di natura argilloso-marnoso-calcareo formata dal Flysch Rosso (FYR, FYR₁) dell'U.Tettonica di Frigento, dalla Formazione di Corleto Perticara (CPAa) dell'Unità Tettonica del Fortore e dalla Formazione di Castelvetero (CVTa), con copertura quaternaria assente o di potenza inferiore ai 3 m. Risulta essere un'area stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico e/o morfologico presente diffusamente in più punti del territorio comunale. Lo spessore locale variabile tra i 300 e 500 m.

Zona 3



Zona 3 – 2003: costituita da un'alternanza di litotipi stratificati, fratturati e alterati (SFALS) rappresentata dal Flysch di Faeto (FAE_b) dell'U.Tettonica della Daunia e dal Gruppo delle Argille Variegata (AV_a) dell'U.Tettonica del Fortore, con spessore 300-500 m, con copertura quaternaria assente o di spessore inferiore ai 3 m. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico e/o morfologico e si rinviene in alcuni lembi presenti al margine nord-orientale del territorio comunale.

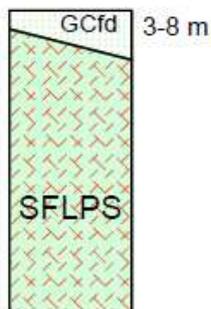


Zona 4



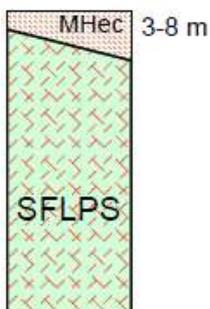
Zona 4 – 2004: costituita da litologie di substrato prevalentemente granulari variamente cementate e stratificate (GRS) mioceniche e plioceniche, rappresentate dalla litofacies conglomeratico-sabbiosa del Sistema di Ruvo del Monte (RVM_b) e dal Flysch Numidico (FYN), con spessore variabile tra 50-200 m, con copertura quaternaria assente o di spessore inferiore ai 3 m. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico e/o morfologico e si rinviene nel settore meridionale del territorio comunale in corrispondenza del fondovalle del Fredane e in qualche lembo isolato lungo il Vallone dei Bagni.

Zona 5



Zona 5 – 2005: costituita da un substrato litoide fratturato (SFLPS) con copertura rappresentata da detrito di versante (GC_{fd}) per lo più clinostratificato, spesso tra 3 e 8 m. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico e/o morfologico; borda il settore meridionale del centro urbano.

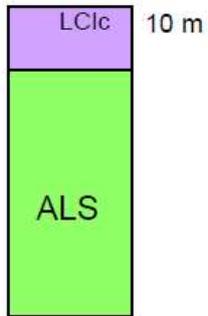
Zona 6



Zona 6 – 2006: costituita da un substrato litoide fratturato (SFLPS) con copertura rappresentata da depositi eluvio-colluviali da sciolti a poco addensati (MHec) limoso-sabbioso-argillosi, spessi tra 3 e 8 m. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico e, localmente, morfologico; è molto diffusa in tutto il territorio comunale occupando sia vallecole secondarie presenti lungo i versanti che tratti di territorio subpianeggianti.

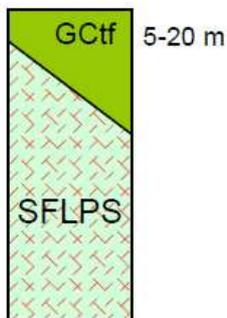


Zona 7



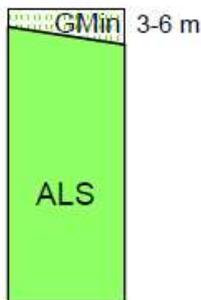
Zona 7 – 2007: formata da un substrato geologico costituito da un'alternanza di litotipi stratificati (ALS) con copertura rappresentata da terreni litoidi (travertini) di natura calcarea (LC_Ic), spessi circa 10 m. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico e/o morfologico ed è presente esclusivamente a nord di loc. Cesine, in prossimità del Vallone Gialloise.

Zona 8



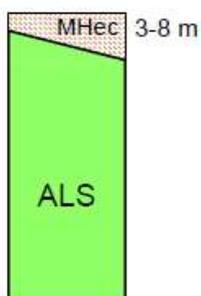
Zona 8 – 2008: costituita da un substrato litoide fratturato (SFLPS) con copertura rappresentata da deposito alluvionale antico ghiaioso-limoso-sabbioso (GCtf) pedogenizzato, con livelli limoso-argillosi, da moderatamente addensato ad addensato, con spessori tra 5 e 20 m.. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico ed è presente in un lembo limitato nel fondovalle compreso tra loc. Taverna e Melazzo.

Zona 9



Zona 9 – 2009: costituita da un substrato geologico dato dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS) con copertura rappresentata da deposito alluvionale ghiaioso-limoso-sabbioso (GM_in) spesso tra 3 e 6 m. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico ed è presente esclusivamente lungo il fondovalle del torrente Fredane.

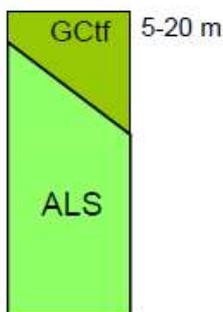
Zona 10



Zona 10 – 2010: formata da un substrato geologico dato dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS) con copertura rappresentata da depositi eluvio-colluviali limoso-sabbioso-argillosi (MHec) da sciolti a poco addensati, spessi tra 3 e 8 m. E' presente diffusamente in più settori del territorio comunale. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico e localmente morfologico.

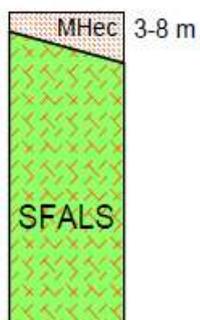


Zona 11



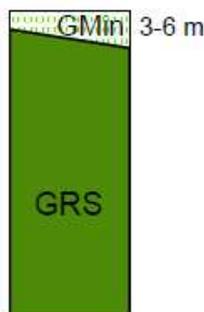
Zona 11 – 2011: costituita da un substrato geologico dato dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS) con copertura rappresentata da deposito alluvionale antico ghiaioso-limoso-sabbioso (GCtf) pedogenizzato con livelli limoso-argillosi, da moderatamente addensato ad addensato, con spessori tra 5 e 20 m. Si ritrova in lembi limitati nella parte sud-occidentale del territorio comunale in corrispondenza del fondovalle Fredane. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico.

Zona 12



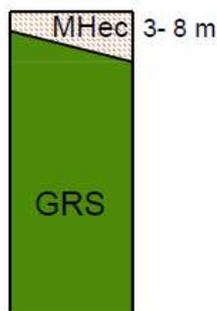
Zona 12 – 2012: costituita da un'alternanza di litotipi stratificati, fratturati e alterati (SFALS) con copertura rappresentata da depositi eluvio-colluviali limoso-sabbioso-argillosi (MHec) da sciolti a poco addensati, spessi tra 3 e 8 m. Si ritrova nel margine settentrionale del territorio comunale. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico e localmente morfologico.

Zona 13



Zona 13 – 2013: costituita da un substrato geologico granulare cementato, stratificato (GRS) con copertura rappresentata da deposito alluvionale ghiaioso-limoso-sabbioso (GM_in) spesso tra 3 e 6 m.. Si ritrova in un tratto limitato del fondovalle del torrente Fredane. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico.

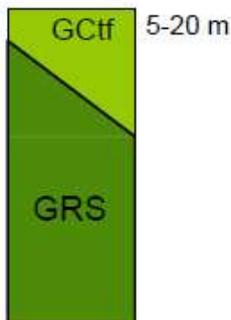
Zona 14



Zona 14 – 2014: costituita da un substrato geologico granulare cementato, stratificato (GRS) con copertura rappresentata da depositi eluvio-colluviali limoso-sabbioso-argillosi (MHec) da sciolti a poco addensati, spessi tra 3 e 8 m. E' presente nel settore meridionale del territorio comunale tra le loc. Cesine e Bosco Maurello e in corrispondenza delle Terme di San Teodoro. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico e localmente morfologico.



Zona 15



Zona 15 – 2015: costituita da un substrato geologico granulare cementato, stratificato (GRS) con copertura rappresentata da deposito alluvionale antico ghiaioso-limoso-sabbioso (GCtf) pedogenizzato con livelli limoso-argillosi, da moderatamente addensato ad addensato, con spessori tra 5 e 20 m. Si ritrova in un piccolo lembo isolato a sud di località Le Coste, in prossimità del fondovalle del torrente Fredane. Risulta essere una zona stabile suscettibile di amplificazioni di tipo stratigrafico.

ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ

Per quanto riguarda le zone di instabilità sono state riportate in carta le aree interessate da instabilità di versante.

ZONA DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ DI VERSANTE 2001



E' costituita da aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni franosi attivi con differente tipologia e stato di attività, diffusi lungo i versanti di raccordo tra crinale sommitale e fondovalle, suscettibili di attivazione e/o riattivazione durante lo scuotimento sismico.

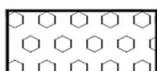
ZONA DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ DI VERSANTE 2002



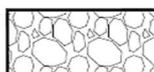
E' costituita da aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni franosi quiescenti prevalentemente di tipo colata, diffusi lungo i versanti di raccordo tra crinale sommitale e fondovalle, suscettibili di attivazione e/o riattivazione durante lo scuotimento sismico.

Inoltre in carta sono state evidenziate le conoidi quali elementi utili alla microzonazione:

Forme di superficie e sepolte



Conoide alluvionale



Falda detritica



Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10_20 m)



9.3 CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA AI SENSI DELLE NTC 2018

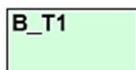
Al fine di rendere omogenea la classificazione sismica prevista dagli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione” (Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile OPCM n. 3907 del 13/11/10) con quella prevista dal PTCP-AV (rif. NTC2018), sulla base delle informazioni ricavate dalle fasi di rilevamento geologico e geomorfologico e dall’acquisizione dei dati di campagna geognostici, geotecnici e geofisici, è stato prodotto il seguente elaborato: **“G.8 - Carta della Microzonazione Sismica (NTC2018)”**.

In particolare, nell’elaborato viene rappresentata la classificazione sismica in base alle Categorie di Sottosuolo per l’amplificazione stratigrafica di cui al §3.2.2 delle NTC2018, utilizzando i valori delle velocità delle onde S rilevate dai risultati delle indagini sismiche effettuate sul territorio comunale.

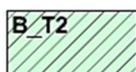
Considerati i diversi rapporti stratigrafici e lo spessore dei terreni riportati in allegato “G.1-A.2 - Carta Geologico-Tecnica in Prospettiva Sismica – scala 1:10.000” e sintetizzati dalle microzone omogenee distinte nella “G.7 - Carta della Microzonazione Sismica (MOPS)”, in relazione alle velocità delle onde S dei diversi litotipi, è stato determinato il valore di velocità equivalente ($V_{s_{eq}}$) che ha consentito di suddividere il territorio comunale in aree a comportamento sismico omogeneo con l’individuazione di classi di terreni di fondazione come descritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

Inoltre è stata rappresentata la classificazione in base alle condizioni topografiche individuando per il territorio comunale le categorie T1, T2 e T3, opportunamente rappresentate in carta.

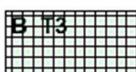
Pertanto sul territorio comunale sono state individuate 6 tipi di microzone in funzione delle Categorie di Sottosuolo (B e C) e delle Categorie Topografiche (T1 – T2 – T3), e di seguito riportate:



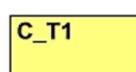
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. CATEGORIA TOPOGRAFICA T1: superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.



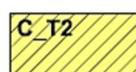
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B: Rocce tenere e depositi della classe precedente in CATEGORIA TOPOGRAFICA T2: Pendii con inclinazione $> 15^\circ$ e $< 30^\circ$.



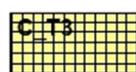
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B: Rocce tenere e depositi della classe precedente in CATEGORIA TOPOGRAFICA T3: Pendii con inclinazione $> 30^\circ$.



CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C: Depositati 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. CATEGORIA TOPOGRAFICA T1: superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.



CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C: Depositati di terreni della classe precedente in CATEGORIA TOPOGRAFICA T2: Pendii con inclinazione $> 15^\circ$ e $< 30^\circ$.



CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C: Depositati di terreni della classe precedente in CATEGORIA TOPOGRAFICA T3: Pendii con inclinazione $> 30^\circ$.

Inoltre nell'elaborato sono state evidenziate le aree instabili come di seguito indicate:



ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITA' DI VERSANTE

Aree interessate da dissesti in atto e/o potenziali a diverso cinematisimo e, localmente, creep superficiale. In tali zone si rendono necessarie indagini di dettaglio per la definizione delle azioni sismiche in relazione agli interventi consentiti nel rispetto del PSAI dell'Autorità di Bacino competente

Si evidenzia che tale elaborato, a livello di pianificazione del territorio comunale, rappresenta una zonazione sismica a carattere generale.

L'attribuzione puntuale alle suddette categorie di sottosuolo va verificata con specifiche indagini in fase di progettazione esecutiva dei singoli interventi; pertanto si rende necessaria una parametrizzazione geolitologica e sismica del sottosuolo per valutarne l'effettiva amplificazione stratigrafica.



CONCLUSIONI

Con il presente studio di supporto alla redazione del PUC, il territorio comunale di Villamaina (AV) è stato caratterizzato dal punto di vista geologico-tecnico sulla scorta di indagini geomeccaniche, geofisiche e geotecniche e dei rilevamenti geolitologici, geomorfologici ed idrogeologici, integrati da un'analisi aerofotogrammetrica, il tutto avvalendosi delle conoscenze geologico-strutturali regionali e dall'analisi della sismicità storica dell'area. L'elaborazione di tutti i dati acquisiti ha consentito la stesura della presente relazione e dei vari elaborati allegati.

Dal punto di vista geologico il territorio è caratterizzato da terreni riferibili all'Unità Tettonica della Daunia (Flysch di Faeto), all'Unità Tettonica del Fortore (Gruppo delle Argille Variegate, Formazione di Corleto Perticara) e all'Unità Tettonica di Frigento (Flysch Rosso, Flysch Numidico), su cui si rinvengono in discordanza depositi sinorogeni del Miocene medio-sup. (Formazione di Castelvetere) e del Pliocene (Litofacies conglomeratico-sabbiosa di Ruvo del Monte). Depositi clastici quaternari di varia età e natura ricoprono diffusamente i terreni di substrato.

Nell'insieme il territorio comunale è caratterizzato in massima parte dalla presenza di terreni da scarsamente permeabili ad impermeabili e solo in settori limitati, con potenzialità idriche medio-basse, si riscontra la presenza di terreni con grado di permeabilità medio che danno origine a piccole sorgenti dove le condizioni stratigrafico-strutturali lo consentono.

Come precisato in relazione la genesi della sorgente di San Teodoro non rientra nello schema di circolazione idrogeologica descritto per le altre sorgenti e rappresenta un elemento di interesse almeno di livello regionale come geosito da tutelare e valorizzare adeguatamente.

Ai fini tecnici è necessario sottolineare la presenza locale di falde stagionali poco profonde nei complessi limoso-ciottoloso-argillosi (terreni quaternari) e nei complessi prevalentemente marnoso-argillosi, che per le loro



caratteristiche tecniche sono condizionati dal contenuto d'acqua, con riduzioni di resistenza al taglio e incremento delle azioni sismiche locali nei casi di presenza di acqua.

La geomorfologia dell'area è caratterizzata da processi in atto determinati in massima parte dall'azione erosiva dei corsi d'acqua che drenano i versanti e sono in condizioni di non equilibrio a causa delle recenti variazioni del livello di base dell'erosione.

In tale contesto evolutivo sono inquadrabili i principali fenomeni di dissesto in atto sia profondi che superficiali rilevabili nell'area e adeguatamente cartografati. Sulla base di questi dati il territorio comunale è stato suddiviso in zone con differente grado di pericolosità, come sintetizzato nella Carta della Stabilità.

La redazione degli strumenti urbanistici esecutivi e la realizzazione di interventi pubblici o privati andranno necessariamente preceduti da puntuali approfondimenti di indagine, così come previsto dalle vigenti normative in materia.

Con riferimento alla sismicità di base, valutata la serie storica degli eventi passati e la distribuzione areale delle principali sorgenti sismogenetiche, il territorio comunale di Villamaina è stato suddiviso in differenti Microzone omogenee in prospettiva sismica (Carta delle MOPS), di cui, 15 sono tipi differenti di *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali* e 2 sono tipi di *zone di attenzione per instabilità di versante*.

Inoltre in relazione alle velocità delle onde S dei diversi litotipi e alle condizioni topografiche, è stato determinato il valore di velocità equivalente (V_{Seq}) e le categorie topografiche locali (T_n) che hanno consentito di suddividere il territorio comunale in aree a comportamento sismico omogeneo con l'individuazione di classi di terreni di fondazione come descritto dalle NTC2018. Pertanto sul territorio comunale sono state individuate 6 categorie di sottosuolo con relativa categoria topografica.



I singoli studi di dettaglio, da espletarsi in fase esecutiva per ogni intervento urbanistico previsto, per mezzo di specifiche indagini dirette ed indirette, consentiranno di valutare la risposta sismica locale e definire puntualmente i parametri più idonei da utilizzare soprattutto in funzione della tipologia delle singole opere.

Nel rispetto delle indicazioni scaturite dalle indagini svolte, sintetizzate nella presente relazione e negli elaborati allegati, il territorio comunale, ad eccezione delle zone segnalate, può essere utilizzato con sufficienti garanzie in relazione alle previsioni di Piano.

dr. geol. Ciriaco Basso

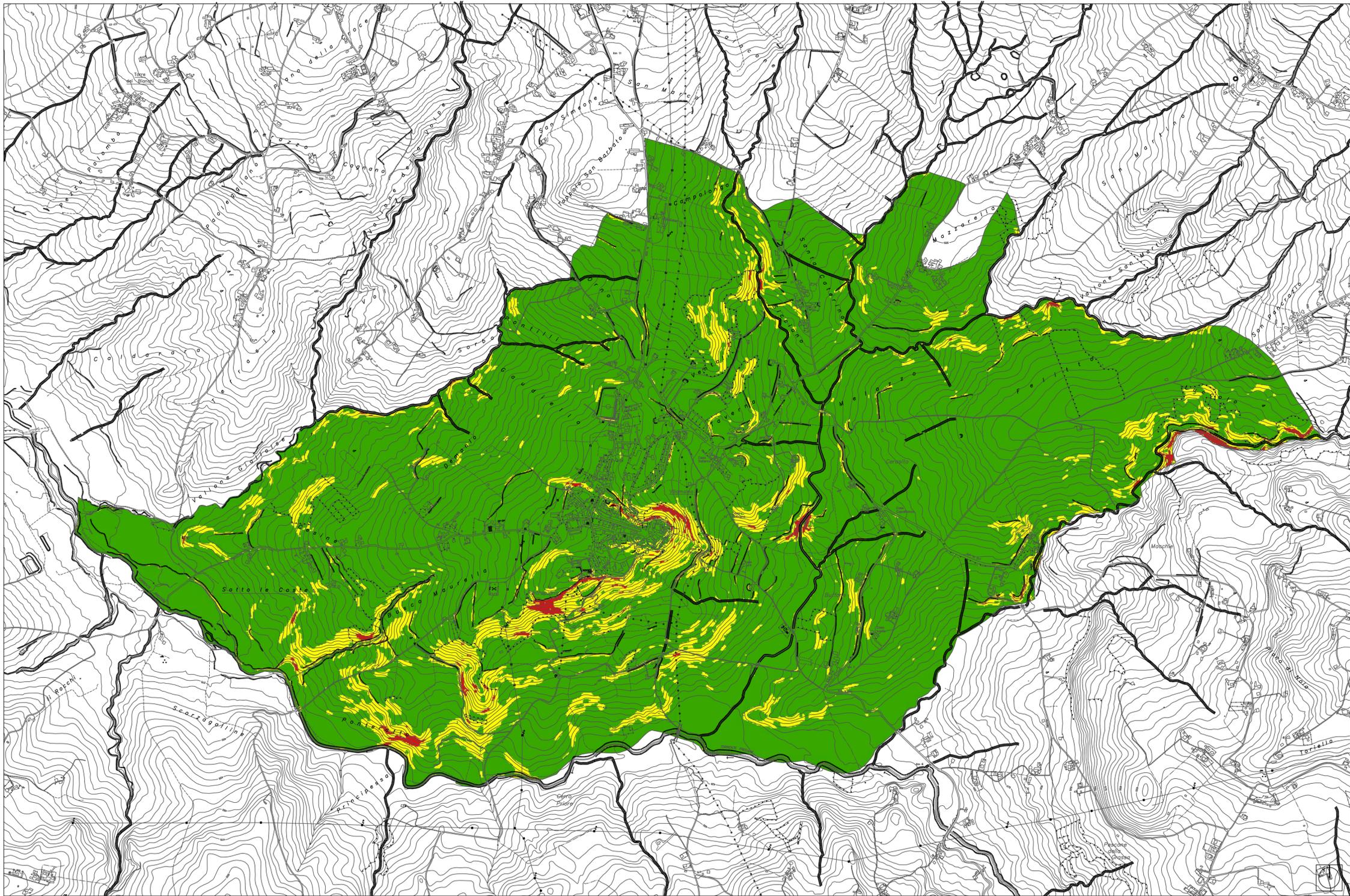


BIBLIOGRAFIA SOMMARIA

- AMORE O., BASSO C., CIARCIA S., DI NOCERA S., MATANO F., TORRE M., CIAMPO G., DI DONATO V., ESPOSITO P. & STAITI D. (1998) - Nuovi dati stratigrafici sul Pliocene affiorante tra il fiume Ufita e il torrente Cervaro (Irpinia, Appennino meridionale). Boll. Soc. Geol. It., 117, 455-466
- APAT (2007) - Rapporto sulle frane in Italia. Il progetto IFFI (Inventario dei fenomeni franosì in Italia): metodologia, risultati e rapporti regionali. Roma.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (in stampa) – Foglio 433 Ariano Irpino, scala 1:50.000, ISPRA (Servizio Geologico d'Italia). Roma
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (in stampa) – Foglio 450 S. Angelo dei Lombardi, scala 1:50.000, ISPRA (Servizio Geologico d'Italia). Roma
- BASSO C., DI NOCERA S., MATANO F. & TORRE M. (1996) - Alcune osservazioni di geologia del Quaternario nell'alta valle del fiume Ufita. Atti del Convegno "Il ruolo della geomorfologia nella geologia del Quaternario", Napoli 27-29 Febbraio 1996, Il Quaternario, vol. 9(1), 309-314.
- BASSO C., CIAMPO G., CIARCIA S., DI NOCERA S., MATANO F. & TORRE M. (2002) - *Geologia del settore irpino dauno dell'Appennino meridionale: unità meso-cenozoiche e vincoli stratigrafici nell'evoluzione tettonica mio-pliocenica*. St. Geol. Camerti - nuova serie, 1-2, 7-27.
- CIARCIA S., DI NOCERA S., MATANO F., TORRE M. (2003) - Evoluzione Tettono-sedimentaria e paleogeografica dei depocentri "wedge-top" nell'ambito del "foreland basin system" pliocenico dell'Appennino meridionale (settoro irpino-dauno). Boll. Soc. Geol. It., 122, 117-137.
- COLELLA A., CALCATERRA D., CAPPELLETTI P., CINQUEGRANA L., LANGELLA A., PARENTE M., CIARCIA S., VITALE S., DE GENNARO M. (2013) *Le Pietre Storiche Della Campania: Il Travertino Dorato e l'Alabastro Cotognino* - A. Colella et alii a cura di M. de Gennaro – D. Calcaterra – A. Langella–
- COMMISSIONE TECNICA MZS (ottobre 2015) - Standard di rappresentazione cartografica e archiviazione informatica – Specifiche tecniche per la redazione in ambiente GIS degli elaborati cartografici della Microzonazione Sismica - Ver. 4.0b Roma.
- COMMISSIONE TECNICA MZS (2015) - Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), versione 1.0 Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 2015.
- COMMISSIONE TECNICA MZS (2017) - *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR)*. Dipartimento della Protezione Civile, V.1, Roma
- COMMISSIONE TECNICA MZS (2017) - *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ)*. Dipartimento della Protezione Civile, V.1, Roma
- DAZZARO L., DI NOCERA S., PESCATORE T., RAPISARDI L., ROMEO M., RUSSO B., SENATORE M. & TORRE M. (1988) - *Geologia del margine della catena appenninica tra il F. Fortore ed il T. Calaggio (Monti della Daunia - App. Merid.)*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 411-422.
- DI NOCERA S., IMPERATO M., MATANO F., STANZIONE D. & VALENTINO G.M. (1999) – *Caratteri geologici ed idrogeochimici della valle di Ansanto (Irpinia Centrale, Appennino Campano Lucano)*, Boll. Soc. Geol. It., 118, 395-406.
- DI NOCERA S., MATANO F. & TORRE M. (2002) - *Le unità "sannitiche" Auctt. (Appennino centro-meridionale): rassegna delle correnti interpretazioni stratigrafiche e paleogeografiche e nuove ipotesi con l'introduzione dell'Unità di Frigento*. Studi Geologici Camerti, 1/2002, 87-102.
- DISS WORKING GROUP (2015), Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, doi: 10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0.
- GALLI P. (2000) -, New empirical relationships between magnitude and distance for liquefaction. Tectonophysics, 324, 169–187.
- GRUPPO DI LAVORO MZS (2008) - Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome, Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 Vol. e Dvd.
- MOSTARDINI F. & MERLINI S. (1986) - *Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 177-202.
- ORTOLANI F. (1974) - *Faglia trascorrente pliocenica nell'Appennino campano*. Boll. Soc. Geol. It., 93, 609-622.



-
- ORTOLANI F., DE GENNARO M., FERRERI M., GHIARA M.R., STANZIONE D. & ZENONE F. (1981) – *Prospettive geotermiche dell'Irpinia Centrale (App. Merid.)*, Boll. Soc. Geol. It., 100, 139-159.
 - PATACCA E. & SCANDONE P. (1989) - *Post-Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relict lithospheric slab*. In: Boriani A., Bonafede M., Piccardo G.B. & Vai G.B. (eds) -*The lithosphere in Italy. Advances in Earth Sciences Research*. It. Nat. Comm. Int. Lith. Progr., Mid-term Conf. Proceed., Roma maggio 1987, Acc. Naz. dei Lincei, Atti Conv. Lincei, 80, 157-176.
 - PATACCA E., SARTORI R. & SCANDONE P. (1990) - *Tyrrhenian basin and Apenninic arcs: Kinematic relations since late Tortonian times*. Mem. Soc. Geol. It., 45, 425-451.
 - PATACCA E., SCANDONE P., BELLATALLA M., PERILLI N. & SANTINI U. (1992) - *La zona di giunzione tra l'Arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise*. Studi Geologici Camerti, vol. spec. CROP 11 (1991/92), 417-441.
 - SCANDONE P. (1967) - *Studi di geologia lucana; la serie calcareo silico marnosa e i suoi rapporti con l'Appennino calcareo*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, vol. 76, 175 pp.
 - STUCCHI M., CAMASSI R., ROVIDA A., LOCATI M., ERCOLANI E., MELETTI C., MIGLIAVACCA P., BERNARDINI F., AZZARO R. (2007) - *DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04*. <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/> *Quaderni di Geofisica, Vol 49, pp.38*
 - VARNES D.J. (1978): *Slope movement, types and processes*. In: R.L. Schuster. e R.J. Krizek (eds.), *Landslides analysis and control*. Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington, D.C., Special Report 176, 11-33.
 - VITALE S. & CIARCIA S. (2018): *Tectono-stratigraphic setting of the Campania region (southern Italy)*. Journal of Maps, Volume 14 (2), 9-21.



LEGENDA

- 0° - 15°
- 16° - 30°
- 31° - 90°


Comune di VILLAMAINA (AV)

PUC
 2022

STUDIO GEO - SISMICO
(L.R. 9/04/1970/1984 s.m.l. - D.M. 31/01/2000 - DPR n. 118 del 01/09/2001)

Prof. Ing. Guido...

CARTA DELLE PENDENZE

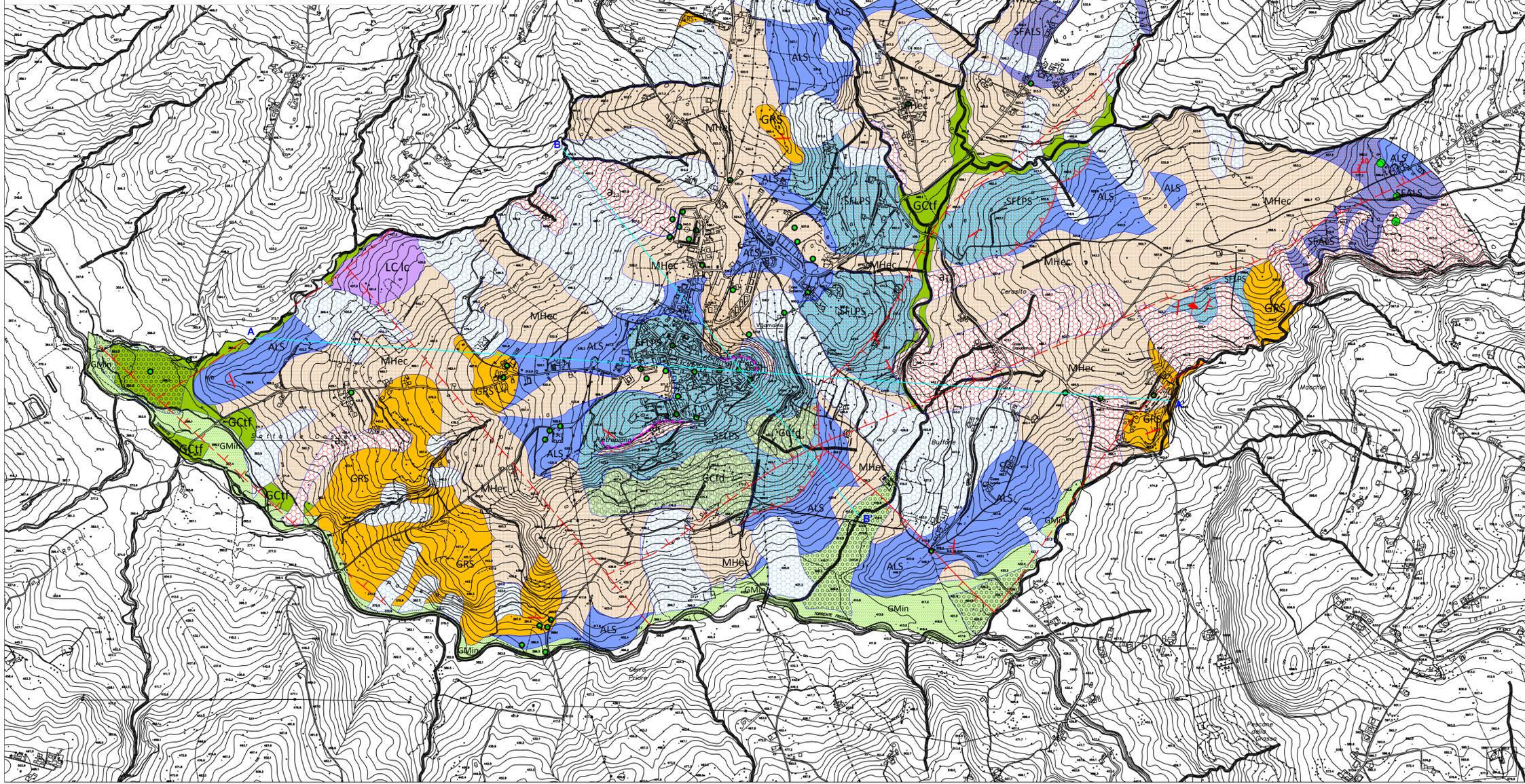
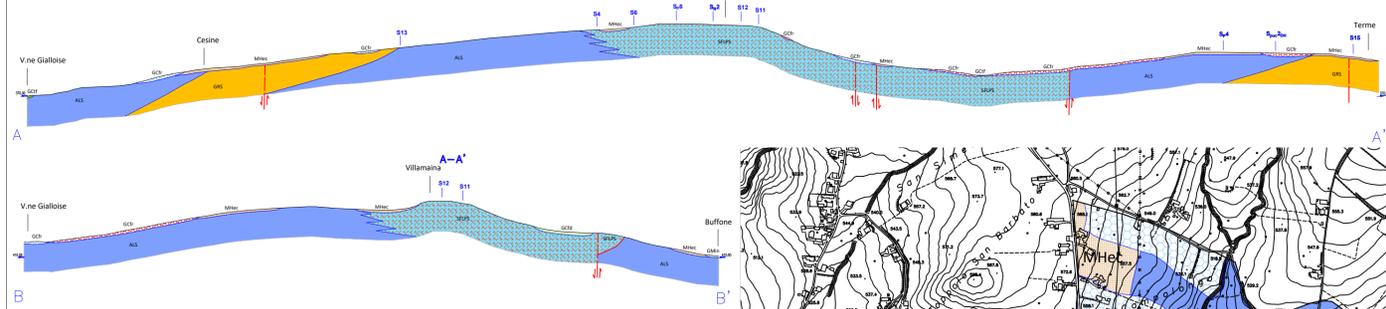
Scala: 1:10000
0 5000 10000

<small>STUDIO TECNICO:</small> <small>PROGETTO/REDAZIONE:</small> <small>PRODOTTO/REDAZIONE:</small> <small>PRODOTTORE/REDAZIONE:</small>	<small>ing. Guido...</small> <small>ing. Guido...</small> <small>ing. Guido...</small> <small>ing. Guido...</small>	<small>DATA:</small> G1	<small>ALLEGATO:</small> A1
--	--	-----------------------------------	---------------------------------------

© p.d. UFFICIO BUCO

DOTT. GEOL. GIANLUIGI BASSO Via. Largo S. Maria - 83033 Villamaina (AV) - 0824/46399 - 0824/97975 - c.f. 01404030814

SEZIONI GEOLOGICO TECNICHE



LEGENDA

Terreni di copertura

- GChf** Detrito di versante a granulometria mista (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo), moderatamente addensato; spessore compreso tra 3 e 8 m. Pleistocene sup.-Attuale.
- MHec** Colte eluvio-colluviale limoso-sabbioso-argillosa da sciolta a poco addensata; spessore compreso tra 3 e 8 m. Pleistocene sup.- Attuale.
- GMin** Deposito alluvionale ghiaioso-sabbioso con livelli limoso-argillosi, da sciolto a poco addensato. Spessore compreso tra 3 e 6 m. Olocene - Attuale.
- LC1c** Litode di copertura di natura calcarea a struttura vacuolare (travertino). Spessore dell'ordine dei 10 m. Pleistocene sup.- Olocene.
- GChf** Deposito alluvionale ghiaioso-limoso-sabbioso pedogenizzato con livelli limoso-argillosi, da moderatamente addensato ad addensato. Spessore compreso tra 5 e 20 m. Pleistocene superiore - Olocene.

Substrato geologico

- GRS** Ortoconglomerati poligenici eterometrici a cementazione variabile, con intercalazioni lobbiose (PVR), Pliocene inf.-sup.; quarzareniti a cemento siliceo giallastro a grana media variamente cementate con livelli conglomeratici e siltitici (PVR; Burdigalio-Langhiano). Spessore compreso tra 10 e 200 m.
- ALS** Alternanza di argille variegata, marne, calcari e diapiri in strati medi (PVR - PVR; Cretacico sup.-Burdigalio sup.); alternanza di calcari marmosi, calcari, argille marmose ed arenarie (PVR; Eocene-Miocene); alternanza di argille, marne, arenarie e calcareniti (VT); Messiniano inferiore). Spessore 300-500 m.
- SFALS** Alternanza di argille variegata, marne, calcari e arenarie in strati medi (AL); Cretacico sup.-Burdigalio sup.); alternanza di calcareniti, breccie calcaree, calcari marmosi, e marne (PVR; Eocene-Miocene). Spessore 100-200 m.
- SFLPS** Calcareniti, calciniditi e calcinuti in strati e banchi fratturati ed alterati con rare intercalazioni di marne e argille (PVR; Cretacico sup.-Burdigalio sup.). Spessore dell'ordine dei 120 m.

Instabilità di versante

- Ghiaie argilose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (frane attive, complesse)
- Ghiaie argilose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (frane quiescenti, complesse)

Forme di superficie e sepolte

- Coniide alluvionale
- Falda detritica
- Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10, 20 m)

Elementi tettonico strutturali

- Faglia diretta non attiva (se tratteggiata incerta)
- Faglia inversa non attiva (se tratteggiata incerta)
- Faglia con orientamento non definito non attiva (se tratteggiata incerta)
- Anticlinale
- Sindoriale

Elementi geologici ed idrogeologici

- Stratificazione
- Sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico
- Traccia di sezione geologica

Comune di VILLAMAINA (AV)

PIANO URBANISTICO COMUNALE PUC 2022

STUDIO GEO - SISMICO

CARTA GEOLOGICO-TECNICA IN PROSPETTIVA SISMICA (CGT)

Per info: Studio Geo Sismico (AV) - 082446200 - 082499705 - info@studiosismico.it

Per info: Studio Geo Sismico (AV) - 082446200 - 082499705 - info@studiosismico.it

Scala: 1:10000

Coordinate: UTM

PRODOTTO DA: STUDIO GEO SISMICO

REDAZIONE: STUDIO GEO SISMICO

VERIFICA: STUDIO GEO SISMICO

APPROVAZIONE: STUDIO GEO SISMICO

© p.p. STUDIO GEO SISMICO