UNIONE EUROPEA

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

REGIONE ABRUZZO

PROTEZIONE CIVILE REGIONE ABRUZZO

Attuazione dell'Art. 11 della Legge 24 Giugno 2009, n. 77
Attività di prevenzione del rischio sismico - Microzonazione sismica del territorio regionale
Progetto cofinanziato con fondi Comunitari POR-FESR Abruzzo 2007-2013, Asse IV – Attività IV.3.1.

# COMUNE DI MONTESILVANO

***PROVINCIA DI PESCARA***

# *REALIZZAZIONE DI STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA - LIVELLO 1 -*

# RELAZIONE ILLUSTRATIVA


Tecnico
***Dott. Geol. PALESTINI CHRISTIAN***

Collaboratore
***Dott. Geol. PALMUCCI WILLIAM***

*DOTT. GEOL. PALESTINI CHRISTIAN*
*C.SO V. EMANUELE, 32*
*65015 - MONTESILVANO (PE)*
*CELL. 349.4017738*

# *INDICE*

**1 INTRODUZIONE** ..... 2

**2 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO** ..... 5

**3 ASSETTO GEOLOGICO E ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA** ..... 8

**4 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI** ..... 15

**5 MODELLO DEL SOTTOSUOLO** ..... 17

**6 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE** ..... 19

**7 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI** ..... 23

**8 ELABORATI CARTOGRAFICI** ..... 24

**9 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI** ..... 25

**BIBLIOGRAFIA** ..... 27

**ALLEGATI CARTOGRAFICI**

CARTA DELLE INDAGINI

CARTA GEOLOGICO-TECNICA

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E FREQUENZE DI RISONANZA

# 1 INTRODUZIONE

A seguito del sisma del 06/04/2009, che ha interessato il territorio regionale dell'Abruzzo, la Presidenza del Consiglio dei Ministri, in attuazione dell'art. 11 del D.L. 28/04/2009, n° 39 (cd. "Decreto Abruzzo"), ha emanato l'Ordinanza n° 3907 del 13/11/2010 (O.P.C.M. n° 3907/2010), con la quale si è avviato un programma pluriennale (2010-2016) in materia di prevenzione del rischio sismico.

Tra le attività promosse e finanziate dall'O.P.C.M. n° 3907/2010, rientrano gli studi di microzonazione sismica (*MZS*), almeno di Livello 1, da effettuarsi sul territorio regionale secondo procedure e modalità stabilite dalla citata Ordinanza e dalla Regione Abruzzo.

L'O.P.C.M. n° 3907/2010, all'art. 5 comma 3, dispone che le Regioni individuano, con proprio provvedimento, i territori nei quali è prioritaria la realizzazione degli studi di microzonazione sismica, definendo, come soglia generale di ammissibilità al finanziamento, il valore di accelerazione massima al suolo $a_g$ superiore o uguale a 0,125 *g*, secondo quanto specificato nell'Allegato 2 e nell'Allegato 7 della medesima Ordinanza.

La Regione Abruzzo (con verbale n° 87/1 del 26/07/2011, pubblicato nel BURA 26/08/2011, n° 51 ed entrato in vigore il 24/11/2011) ha approvato la L.R. 11/08/2011, n° 28 "Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche" che ha come finalità la tutela della pubblica incolumità ed il miglioramento delle azioni volte alla prevenzione ed alla riduzione del rischio sismico, nel rispetto dei principi fondamentali contenuti nella legislazione statale ed in particolare nel Decreto del Presidente della Repubblica 06/06/2001, n° 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia).

Alla luce del suddetto quadro normativo nazionale e regionale, l'Amministrazione Comunale di MONTESILVANO (PE), che è in fase di progettazione della variante al proprio Piano Regolatore Generale (P.R.G.), ha deciso di dotarsi di uno studio di microzonazione sismica di Livello 1 del proprio territorio, visto che:

- nell'Allegato 7 dell'O.P.C.M. n° 3907/2010, il Comune di Montesilvano (codice ISTAT 13068024) presenta un valore di $a_g$ pari a 0,161888 *g*, quindi superiore al valore soglia di 0,125 *g*;
- come riportato nel comma 2, art. 5 della L.R. 11/08/2011, "i Comuni integrano i propri strumenti di pianificazione urbanistica con gli studi di microzonazione sismica che individuano il grado di pericolosità locale di ciascuna parte del territorio attraverso la realizzazione della "carta delle microaree a comportamento sismico omogeneo" del territorio urbanizzato e di quello suscettibile di urbanizzazione, secondo le modalità stabilite dal presente articolo".

Con determinazione n° 137 del 18/10/2011, l'Amministrazione Comunale di Montesilvano ha incaricato lo scrivente (iscritto con n° 129 nell'elenco dei tecnici della Regione Abruzzo - Direzione Protezione Civile e Ambiente - Servizio Previsione e Prevenzione dei Rischi per l'affidamento di incarichi professionali per l'esecuzione di studi di microzonazione sismica ai sensi della O.P.C.M. del 13/11/2010, n° 3907) ad eseguire lo studio di microzonazione sismica di Livello 1 del territorio comunale.

Lo studio, redatto secondo i criteri stabiliti nel testo *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - Parti I, II e III"* (a cura della Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile) e nelle linee guida *"Standard di rappresentazione cartografica e archiviazione informatica"* (a cura del Gruppo di Lavoro per le Attività di Microzonazione Sismica della Regione Abruzzo), ha avuto come finalità quella di

razionalizzare la conoscenza sulle alterazioni che lo scuotimento sismico può subire in superficie, restituendo informazioni utili per il governo del territorio, per la progettazione e per la pianificazione dello stesso; è infatti noto che gli studi di microzonazione sismica sono di fondamentale importanza nella pianificazione in quanto permettono di:

- orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti;
- definire gli interventi ammissibili in una data area;
- programmare le indagini ed i livelli di approfondimento;
- stabilire orientamenti e modalità di intervento nelle aree urbanizzate;
- definire priorità di intervento.

Nella prima fase, il lavoro è consistito in un'attenta raccolta di dati bibliografici e di tutto il materiale cartografico e digitale ritenuto utile alla finalità del lavoro; sono state raccolte carte topografiche di base a varie scale (Carta Tecnica Regionale, Carta Topografica Regionale, Ortofotocarte, Carta aerofotogrammetrica), carte geologiche (Cartografia Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Cartografia Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Carta Geologica dell'Abruzzo), carte tematiche (P.R.G., Carta Geomorfologica e dei Bacini Idrografici, Carta Geomorfologica del P.A.I., Carta della Pericolosità da Frana del P.A.I., Carta della pericolosità idraulica del P.S.D.A., Inventario dei Fenomeni Franosi dei Bacini Idrografici Regionali).

Successivamente, grazie alla collaborazione dell'ufficio urbanistico comunale ed alla consultazione di archivi professionali privati, sono state raccolte le principali indagini geognostiche e sismiche presenti nel territorio comunale, con particolare riferimento a sondaggi geognostici, prove penetrometriche e microtremori a stazione singola.

Sulla base del materiale acquisito, è stato effettuato un rilevamento geologico-geomorfologico, principalmente nelle aree di interesse urbano ed in corrispondenza di quelle zone che mostravano delle particolari criticità o che risultavano poco analizzate rispetto al materiale bibliografico a disposizione; laddove i dati bibliografici e le informazioni da rilevamento superficiale non sono state ritenute sufficienti, sono state realizzate, in accordo con il Tavolo Tecnico della Regione Abruzzo, misure di microtremori *ex novo*.

Dopo aver raccolto tutte le informazioni bibliografiche, aver effettuato il rilevamento geologico-geomorfologico ed aver realizzato misure di microtremori *ex novo*, è stato possibile realizzare:

- ✓ *CARTA DELLE INDAGINI* (scala 1:5.000), nella quale sono indicate la tipologia e la localizzazione di tutte le indagini.
- ✓ *CARTA GEOLOGICO-TECNICA* (scala 1:5.000), nella quale sono riportate tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, idrogeologia, caratteristiche litotecniche, sezioni geologico-tecniche rappresentative) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionali alla realizzazione della seguente carta.
- ✓ *CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E FREQUENZE DI RISONANZA* (scala 1:5.000), nella quale il territorio comunale viene suddiviso in:
    1) *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*, dove sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale;

2) *zone suscettibili di instabilità*, dove gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono naturalmente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto).

Ciascuna delle 2 grandi zone è a sua volta suddivisa in microzone con diverse colorazioni, ciascuna con caratteristiche geologico-tecniche relativamente omogenee.

Inoltre sono riportati i punti di misura HVSR con i valori della frequenza e dell'ampiezza (F0, A0) dei picchi fondamentali di risonanza del terreno e dei picchi secondari (F1, A1), utili a fornire stime di massima circa i fenomeni amplificativi al suolo.

- ✓ *RELAZIONE ILLUSTRATIVA,* è la presente relazione in cui sono analizzate le finalità, le modalità operative ed i risultati della microzonazione sismica di Livello 1.

Tutte il materiale cartografico, allegato in formato cartaceo alla presente relazione, è stato infine digitalizzato in un sistema *GIS*, secondo le linee guida previste.

DOTT. GEOL. PALESTINI CHRISTIAN
C.SO V. EMANUELE, 32
65015 - MONTESILVANO (PE)
CELL. 349.4017738

# 2 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Come riportato nel paragrafo 1.4 del testo "*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*", per pericolosità sismica di base si intende la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento). Le valutazioni della pericolosità sismica di base devono derivare da studi condotti a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure trasparenti e metodologie validate.

Sino al 2003, il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità ed erano previsti anche Comuni "non classificati" tra cui Montesilvano. Dal 2003 (con l'*O.P.C.M. 3274/2003*) sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e sulle elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo; in tale classificazione, il Comune di Montesilvano appartiene alla *Zona 4*, con un valore dell'accelerazione $a_g$ massima attesa su suolo rigido pari a 0,05 *g (Fig. 1)*.

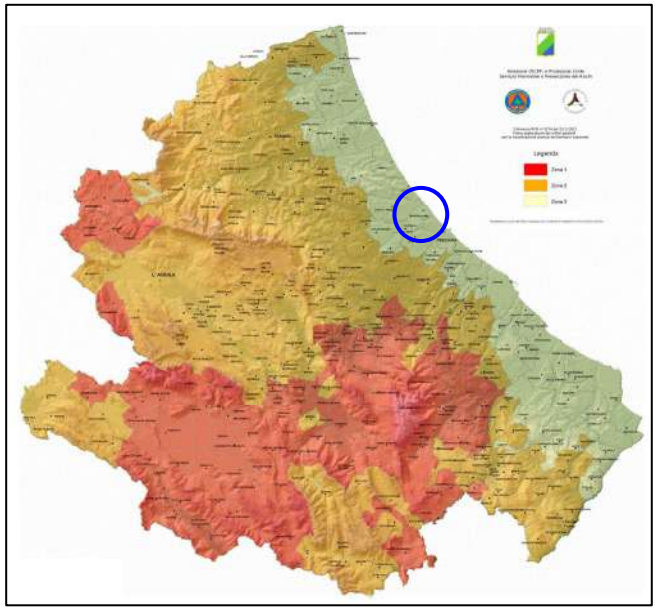


*Fig. 1 - Classificazione sismica dell'Abruzzo secondo l'O.P.C.M. 3274/2003*

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (*D.M. del 14/01/2008* e *s.m.i.*), hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona (e quindi territorio comunale) veniva precedentemente fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 01/07/2009, con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto ed in funzione della vita nominale dell'opera; si definisce, quindi, un valore di pericolosità di base, calcolato per ogni punto del territorio nazionale su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica (su reticolo di riferimento e nell'intervallo temporale di riferimento) è fornita dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) ed è, per convenzione, quella espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_S$ > 800 m/s; cat. A, punto

3.2.1 del 30 D.M. 14/09/2005). L'INGV ha messo a disposizione sul proprio sito web (all'indirizzo http://esse1.mi.ingv.it) una mappa interattiva della pericolosità sismica di base attraverso cui è possibile visualizzare, per tutto il territorio nazionale, la griglia di riferimento per il calcolo della pericolosità sismica di base in ogni punto. Come si vede dalla *Fig. 2*, il territorio comunale di Montesilvano presenta valori di accelerazione massima del suolo rigido $a_g$ all'incirca compreso tra le fasce con **0,125-0,175 *g***.

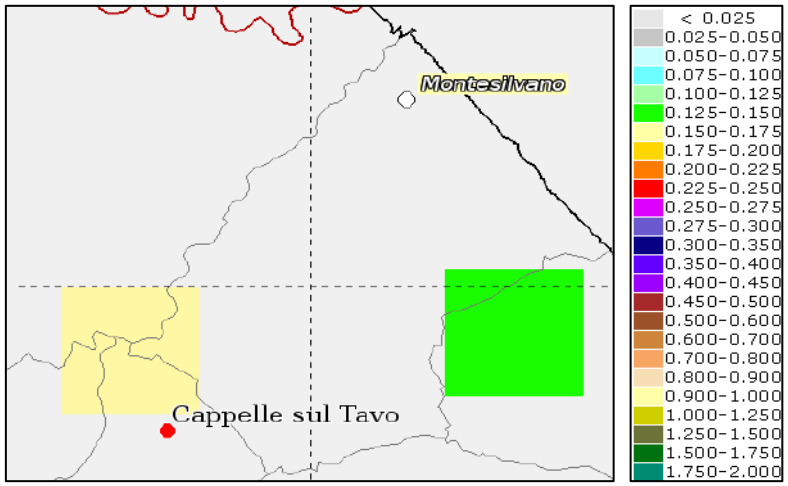



*Fig. 2 - Mappa di pericolosità sismica riferita al Comune di Montesilvano - 84° percentile*

Attraverso il suddetto sito è anche possibile ottenere, per ogni singolo nodo della griglia di riferimento, il dettaglio dell'analisi di disaggregazione della pericolosità sismica, ovvero la valutazione dei contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito (MCGUIRE, 1995; BAZZURRO & CORNELL, 1999). La forma più classica e comune di disaggregazione è quella di tipo bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M; in pratica, il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

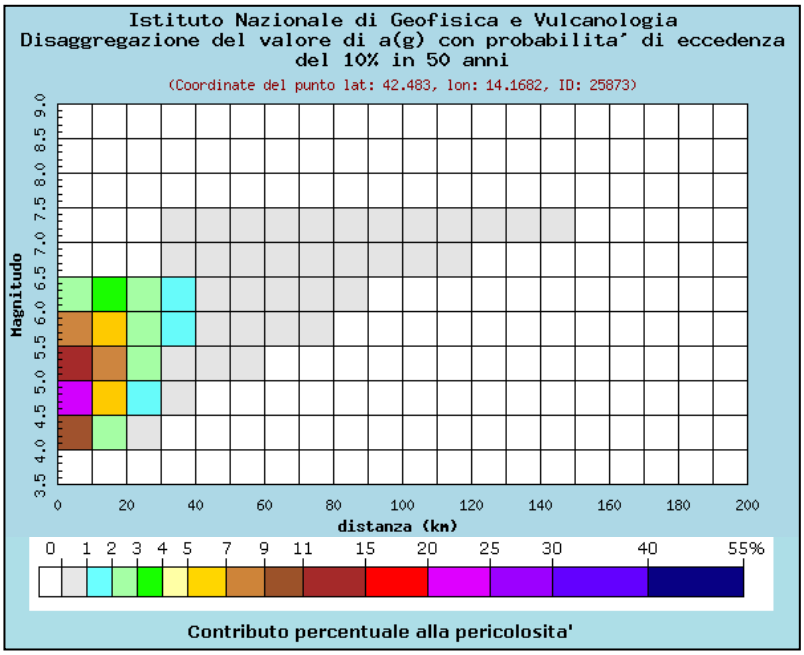
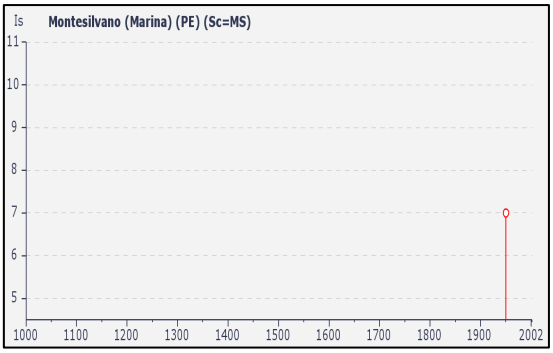



*Fig. 3 - Disaggregazione della pericolosità sismica del nodo della griglia passante per Montesilvano*

Analogamente alla disaggregazione in M-R è possibile definire la disaggregazione di tipo tridimensionale in M-R-ε dove ε rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R. L'analisi riportata in *Fig. 3* è riferita alla disaggregazione in M-R-ε del nodo della griglia posto ad ovest nel territorio comunale di Montesilvano nella precedente *Fig. 2*; dall'analisi complessiva dei dati si hanno valori medi di Magnitudo **M** pari a **5,350**, Distanza **D** pari **14,100 km** ed un **ε** di **0,755**.

Per quanto riguarda la storia sismica di Montesilvano, ci si è avvalsi dei numerosi documenti presenti nelle banche dati e cataloghi riportati sul sito dell'*INGV*; in particolare, è stato consultato il CPTI04 (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani), il DBMI (Database Macrosismico Italiano), l'IMAX (Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani), l'NT4.1, (Catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno), il DOM4.1 (Database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno).

La storia sismica di Montesilvano è riassunta nella seguente *Fig. 4*; in particolare, si nota che la massima intensità al sito (Is) si è avuta in occasione del terremoto del 05/09/1950 verificatosi con area epicentrale nella zona del Gran Sasso, mentre sono 18 gli eventi catalogati dal CPTI04 considerando una distanza epicentrale massima di 50 km rispetto al Comune di Montesilvano.




Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (42.505, 14.139) e raggio 50 km

| N | Tr | Anno | Me | Gi | Or | Mi | Se | AE | Rt | Np | Imx | Io | TI | Lat | Lon |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | DI | 101 | | | | | | S. Valentino in Ab. | CFTI | 1 | 95 | 95 | | 42.23 | 13.98 |
| 445 | DI | 1706 | 11 | 3 | 13 | | | Maiella | CFTI | 99 | 105 | 95 | M | 42.08 | 14.08 |
| 837 | DI | 1841 | 6 | 10 | | | | Valle dell'Aventino | CFTI | 11 | 75 | 70 | | 42.08 | 14.08 |
| 841 | CP | 1841 | 10 | 18 | 10 | | | POPOLI | POS85 | | | 60 | | 42.25 | 13.917 |
| 1066 | DI | 1881 | 9 | 10 | 7 | | | Abruzzo meridionale | CFTI | 29 | 85 | 80 | | 42.23 | 14.28 |
| 1074 | DI | 1882 | 2 | 12 | | | | CHIETI | DOM | 8 | 70 | 70 | | 42.29 | 14.347 |
| 1092 | DI | 1884 | 1 | 10 | | | | ATRI | DOM | 12 | 55 | 55 | | 42.665 | 13.953 |
| 1140 | CP | 1888 | 7 | 8 | 16 | | | BELLANTE | POS85 | | | 70 | | 42.667 | 13.75 |
| 1268 | CP | 1897 | 4 | 27 | 2 | 17 | 50 | RAPINO | POS85 | | | 55 | | 42.167 | 14.2 |
| 1324 | CP | 1900 | 1 | 29 | 4 | 22 | | SCAFA | POS85 | | | 60 | | 42.3 | 13.967 |
| 1330 | CP | 1900 | 8 | 10 | 4 | 28 | 13 | TERAMO OVEST | POS85 | | | 60 | | 42.65 | 13.65 |
| 1335 | CP | 1901 | 1 | 15 | 14 | 30 | | CIVITAQUANA | POS85 | | | 60 | | 42.267 | 13.9 |
| 1352 | CP | 1901 | 10 | 15 | 13 | 55 | 53 | S.VALENTINO | POS85 | | | 60 | | 42.233 | 13.983 |
| 1449 | DI | 1907 | 1 | 23 | | 25 | | ADRIATICO CENTRALE | DOM | 93 | 50 | 55 | | 42.819 | 13.856 |
| 2050 | DI | 1950 | 9 | 5 | 4 | 8 | | GRAN SASSO | DOM | 137 | 80 | 80 | | 42.516 | 13.657 |
| 2130 | CP | 1959 | 1 | 1 | 23 | 58 | 14 | TERAMO OVEST | POS85 | | | 60 | | 42.65 | 13.65 |
| 2272 | CP | 1969 | 9 | 26 | 23 | 40 | 39 | MONTORIO | POS85 | | | 60 | | 42.55 | 13.6 |
| 2411 | CP | 1980 | 6 | 9 | 16 | 2 | 47 | POPOLI | POS85 | | | | | 42.233 | 13.85 |

Numero di record estratti: 18

*Fig. 4 - Intensità al sito (a sinistra) ed elenco dei terremoti storici (a destra) di Montesilvano*

Un'ultima considerazione da fare è invece quella riguardante le *faglie attive*; il concetto di faglia attiva è attualmente oggetto di numerose definizioni e si presta ad interpretazioni ambigue, imponendo la necessita di definire con chiarezza i criteri discriminanti delle faglie attive rispetto all'insieme delle strutture tettoniche riconoscibili.

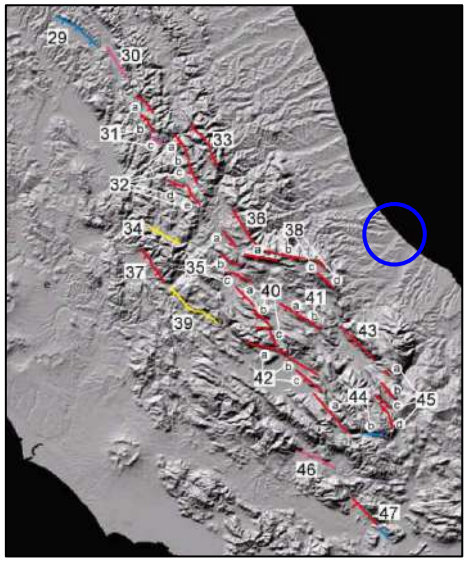



*Fig. 5 - Carta delle faglie attive dell'Appennino centrale.*

Una definizione utile di faglia attiva con riferimento agli scopi pratici è la seguente: "Faglia che presenta evidenze di scorrimento relativo tra due volumi di roccia/terreno avvenuto nel corso degli ultimi 40.000 anni, per cui si presume che lo scorrimento possa ancora verificarsi".

Come si può notare dalla *Fig. 5*, in cui sono riportate le faglie attive dell'Appennino centrale, il territorio comunale di Montesilvano è abbastanza lontano dai principali allineamenti tettonici con attività sismogenetica recente; in particolare, tutta l'area pedemontana abruzzese risente principalmente degli eventi legati all'attività sismica del *fault-system* M. Vettore - Campotosto - Gran Sasso, del *fault-system* Gubbio - Colfiorito - Norcia - Montereale - Aterno - Sulmona e del *fault-system* Martani sud - Rieti - Fucino - Val di Sangro che, da est verso ovest, si sviluppano in direzione appenninica ed hanno generato i terremoti più forti sul territorio abruzzese nel recente passato.

# 3 ASSETTO GEOLOGICO E ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il Comune di Montesilvano è situato nella porzione nord-orientale della Provincia di Pescara e si sviluppa in direzione NE-SO, spingendosi fino al litorale adriatico; l'estensione territoriale è di circa 23,63 km$^2$, con un'escursione altimetrica che passa dai 210 m s.l.m. (zona di Montesilvano Colle) fino a 0 m s.l.m. (zona litorale). Dal punto di vista idrografico, l'area rientra nei 2 bacini idrografici dei Fiumi Tavo-Fino-Saline e fiume Pescara; in parte rientra anche in una serie di bacini minori che drenano direttamente nel litorale o in zone intrabacinali *(Fig. 6)*.

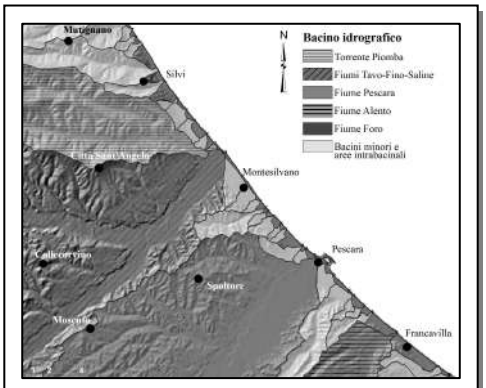



*Fig. 6 - Bacini idrografici della costa abruzzese*

Da un punto di vista geologico generale, il territorio comunale è compreso nel foglio n° 141 "PESCARA" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, nel Foglio est della Carta Geologica dell'Abruzzo di L. VEZZANI & F. GHISETTI e nel Foglio 351 Pescara della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (di prossima pubblicazione) del progetto CARG *(Fig. 6)*.

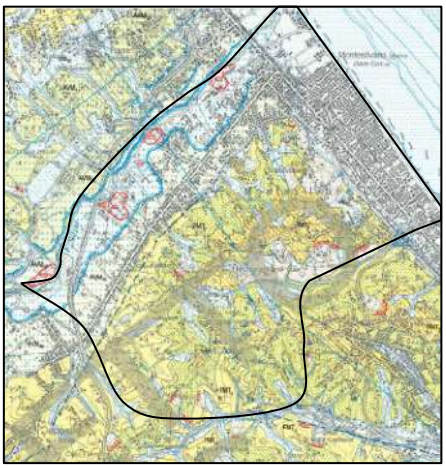


*Fig. 6 - Inquadramento geologico del Comune di Montesilvano (stralcio carta geologica del progetto CARG)*

Il territorio comunale di Montesilvano è parte della più ampia fascia pedemontana e costiera abruzzese, localizzata al margine esterno della Dorsale Appenninica; in essa affiorano estesamente depositi appartenenti alla successione marina silicoclastica del *Pliocene superiore - Pleistocene inferiore* (*formazione di Mutignano*) e depositi continentali del *Pleistocene medio - Olocene*.

L'evoluzione plio-pleistocenica della fascia pedemontana abruzzese è stata condizionata dalla fase finale della migrazione verso E dell'orogenesi, che ha portato alla costruzione dell'edificio appenninico a pieghe e sovrascorrimenti (attualmente in parte sepolto al di sotto dei depositi marini plio-quaternari) e successivamente da effetti concomitanti di alcuni fattori quali:

- generale sollevamento regionale con progressivo basculamento verso E del settore più orientale;
- tettonica sinsedimentaria tardo e post-orogenica;
- variazioni climatiche ed eustatiche.

Nel *Pliocene medio*, l'evoluzione morfotettonica della fascia pedemontana e costiera abruzzese si è sviluppata con modalità diverse tra il settore occidentale, in cui prende forma un primo paesaggio continentale legato all'emersione ed all'avanzamento verso NE della catena appenninica, e quello orientale, in cui si generano bacini di avanfossa con deposizione di sedimenti di mare profondo prevalentemente argillosi (*Argille grigio-azzurre*).

A partire dal *Pliocene superiore*, si impostano condizioni di mare basso, come evidenziato dalla presenza di sistemi di *shoreface* in corrispondenza del settore orientale costiero, che raggiungono la loro massima espressione durante il *Pleistocene* (ORI *et Alii*,

1986). I depositi registrano una fase di transizione tra un periodo durante il quale l'architettura delle successioni era controllata da intensa attività tettonica (con sollevamenti a scala locale e progressiva migrazione del depocentro verso l'avampaese adriatico) ed un periodo durante il quale le successioni risultano dominate da importanti variazioni climatiche e da flessurazione a scala regionale (DRAMIS, 1993; CENTAMORE & NISIO, 2003); per effetto di questo fenomeno, i depositi post-orogenici del versante adriatico hanno assunto un caratteristico assetto monoclinalico con immersione verso E-NE (DUFAURE *et Alii*, 1989), con pendenza progressivamente decrescente in senso O-E.

Il progressivo abbassamento relativo del livello del mare ha portato alla sedimentazione di depositi marini sempre più grossolani secondo una sequenza regressiva; si sono così depositati sedimenti costieri a grana medio-grossa sulle *Argille grigio-azzurre* plio-pleistoceniche, le quali, pur non affiorando, costituiscono l'ossatura portante dell'area di studio (substrato geologico). In questa fase si sono sedimentati i depositi ad argille e marne sabbiose del *Pleistocene inferiore* e, con il progredire della regressione, si è avuta la successiva deposizione delle sabbie e dei conglomerati del *Pleistocene superiore*.

Nel tardo *Pleistocene superiore* e durante l'*Olocene*, la progressiva emersione dei depositi della successione post-orogenica genera il passaggio da una sedimentazione di ambiente marino ad una di tipo continentale, con terreni riferibili principalmente ad ambienti fluviali e di conoide alluvionale, ad ambienti di spiaggia ed a depositi di versante; ciò ha portato ad un modellamento del paesaggio in aree morfologicamente rilevate, in cui si conserva l'antica sequenza deposizionale regressiva, ed aree semipianeggianti e di fondovalle interessate dalla presenza di depositi alluvionali e costieri.

L'azione erosiva marina lungo costa ha portato ad un modellamento delle preesistenti spiagge sabbioso-ghiaiose a falesia, con conseguente erosione, arretramento e terrazzamento delle stesse; tali fenomeni hanno portato alla formazione delle attuali spiagge basse caratterizzate da depositi prevalentemente sabbiosi. La completa emersione dell'area ha portato allo sviluppo dell'attuale reticolo idrografico con andamento circa perpendicolare alla linea di costa dei principali corsi d'acqua e circa parallelo degli affluenti.

Da un punto di vista tettonico, l'area pedecollinare e costiera è fortemente influenzata dalla fase tettonica che si è manifestata a partire dalla fine del *Pleistocene inferiore* e che è ancora in atto. In tale contesto, si sono verificati sollevamenti generalizzati delle aree appenniniche fino alla linea di costa, con basculamenti più o meno accentuati di grandi zolle, sia pur differenziati nel tempo e nello spazio, tra l'area appenninica (caratterizzata da sollevamenti più marcati), quella pedeappenninica ed all'interno di queste. Pertanto, l'assetto tettonico dei depositi pleistocenici affioranti nell'ambito territoriale considerato è caratterizzato da grosse zolle monoclinaliche, lievemente inclinate verso E o NE, ripetutamente seriate da faglie dirette (con rigetti modesti) orientate principalmente in direzione NE-SO, ONO-ESE o EO.

Il carattere distensivo della tettonica ha fatto sì che la serie di terreni affioranti risulti, nel complesso, poco o nulla rimaneggiata; infatti, il principale effetto ricavabile è rappresentato dall'assetto poco inclinato della stratificazione rispetto alle iniziali condizioni di giacitura orizzontale. In corrispondenza delle discontinuità tettoniche, si è impostato, il più delle volte, il reticolo idrografico; spesso è solo dalla configurazione di quest'ultimo che è possibile risalire all'esistenza di allineamenti tettonici che altrimenti non sarebbero identificabili, sia per la natura dei materiali coinvolti (che tendono ad obliterare le tracce) sia per il rigetto modesto (che non ha posto a contatto terreni di età diverse).

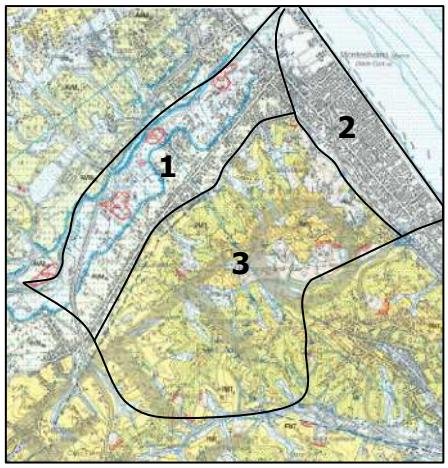



*Fig. 7 - Schema della suddivisione geologica del territorio comunale di Montesilvano*

In definitiva, dal punto di vista geolitologico, il territorio comunale di Montesilvano può essere suddiviso in 3 grandi macroaree in cui differenti sono stati gli ambienti di sedimentazione *(Fig. 7)*:

Zona 1 - in cui predominano sedimenti collegati ad ambienti fluviali e di conoide alluvionale;

Zona 2 - in cui predominano sedimenti collegati ad ambienti di spiaggia;

Zona 3 - in cui predominano sedimenti collegati all'ambiente marino profondo, modellati successivamente ad opera degli agenti esogeni.

È evidente che la suddetta macrodivisione deve essere considerata puramente "generale", in quanto esistono delle zone di transizione tra le stesse aree in cui la prevalenza dell'uno o dell'altro ambiente deposizionale ha ovviamente influito sulla natura dei sedimenti, nonché sui loro relativi rapporti stratigrafici.

Di seguito si riporta lo schema geologico-tecnico dell'area di studio, così come riportato nella CARTA GEOLOGICO-TECNICA allegata.

## *UNITÀ GEOLOGICHE DEL QUATERNARIO - UNITÀ LITOTECNICHE DEI TERRENI DI COPERTURA*
## *(Carta Geologica d'Italia 1:50.000 - Foglio 351 Pescara)*

**DEPOSITI OLOCENICI *(olo)***
*(Olocene)*

I depositi olocenici sono costituiti da una gran varietà di litofacies riferibili a depositi di frana, depositi alluvionali, coltri eluvio-colluviali, depositi di spiaggia e depositi antropici. Il limite inferiore è sempre erosivo sui depositi delle successioni marine o sui sintemi pleistocenici della successione continentale; il limite superiore è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva.

*Discarica (dis)* - Depositi antropici prevalentemente di natura R.S.U.

*Depositi di frana (fra)* - Depositi poligenici in assetto caotico, derivanti da instabilità gravitativa prevalentemente rotazionale e traslazionale, talora soliflussi. In generale sono formati da litotipi prevalentemente limoso-sabbiosi (U.L. *E7*), limosi (U.L. *F1*) e limoso-argillosi (U.L. *F3*). (Unità CARG: $olo_{a1}$).

*Depositi eluvio-colluviali (col)* - Depositi di versante e di fondovalle prevalentemente limosi (U.L. *F1*) ed argillosi (U.L. *F3*) da grigiastri a giallastri a bruno-rossastri con clasti centimetrici arenacei e calcarei dispersi all'interno di materiali fini residuali; sono presenti frequentemente concrezioni calcaree; sono in assetto caotico o disposti in lenti e livelli clino-stratificati conformemente ai versanti. Spessore massimo di circa 20 m. (Unità CARG: $olo_{b2}$).

*Depositi di spiaggia (spi)* - Depositi costieri prevalentemente sabbiosi (U.L. *E3*) a granulometria medio-fine, con a luoghi inclusioni fini limose e ghiaie sparse costituite da ciottoli calcarei eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti (Unità CARG: $olo_{g2}$).

*Depositi alluvionali (all)* - Depositi alluvionali di fondovalle del fiume Saline e depositi di conoide alluvionale dei fossi minori. I primi sono caratterizzati da litotipi prevelentemente ghiaioso-sabbiosi (U.L. *E4*) con frazioni fini, in livelli e lenti interdigitate; i secondi sono caratterizzati da litotipi prevalentemente limoso-sabbiosi (U.L. *E7*) e limoso-argillosi (U.L. *F3*) ghiaie e sabbie di conoidi alluvionali. I termini ghiaiosi, prevalenti nella parte bassa, sono costituiti da clasti di dimensioni da centimetriche a decimetriche, localmente pluridecimetriche, poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi. Spessore massimo di circa 30 m. (Unità CARG: $olo_b$).

## SINTEMA DI VALLE MAJELAMA - SUBSINTEMA DI CHIETI SCALO (*AVM4*)

*(Olocene - Pleistocene sup.)*

*Depositi alluvionali terrazzati (at)* - Depositi alluvionali del terrazzo di fondovalle in destra idrografica del fiume Saline, caratterizzati prevalentemente da limi sabbiosi (U.L. *E7*) passanti, ad una profondità di 3-9 m, a depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi (U.L. *E4*) con frazioni fini, in livelli e lenti interdigitate. (Unità CARG: $AVM_{4b}$).

# *UNITÀ GEOLOGICHE MARINE - UNITÀ LITOTECNICHE DEL SUBSTRATO GEOLOGICO NON RIGIDO*
## *(Carta Geologica d'Italia 1:50.000 - Foglio 351 Pescara)*

## FORMAZIONE DI MUTIGNANO (*FMT*)

*(Pleistocene p.p. - Pliocene sup.)*

### *FMTd* - Associazione sabbioso-conglomeratica

Sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli di qualche centimetro, sempre ben sciacquati ed embriciati, in prevalenza calcarei o, subordinatamente, silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere stratificati in *set* tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo e talora *ripples* simmetrici tipici di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. Lo spessore varia da 5-10 m fino ad un massimo di 90 m. Tale unità è suddivisa in un'unità litotecnica superiore (U.L. *C3*), caratterizzata da terreni sabbiosi cementati ed arenacei molto addensati con livelli ghiaioso-conglomeratici (affioranti prevalentemente nelle zone più rilevate), ed un'unità litotecnica inferiore (U.L. *C4*), caratterizzata da terreni sabbiosi cementati e sabbioso-limosi da addensati a molto addensati.

### *FMTc* - Associazione sabbioso-pelitica

Alternanza di sabbie e sabbie siltose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari ad 1. E' presente una ricca macrofauna a bivalvi (*Pecten*, *Chlamys*, *Ostrea*) e gasteropodi di ambiente marino. Lo spessore varia da alcune decine di metri fino ad un massimo di 60-70 m. Tale membro corrisponde all' U.L. *D1*, caratterizzata da terreni prevalentemente limosi.

### *FMTa* - Associazione pelitico-sabbiosa

Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi; il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Il

contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da molluschi marini quali bivalvi, piccoli gasteropodi, echinodermi Lo spessore massimo osservato è di circa 400 m. Tale membro corrisponde all'U.L. *D2*, caratterizzata da terreni prevalentemente argillosi.

Da un punto di vista geomorfologico, il Comune di Montesilvano è compreso nel Foglio 351 O e nel Foglio 351 E della Carta Geomorfologica in scala 1:25.000 del *PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI IDROGRAFICI DI RILIEVO REGIONALE ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO "FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI* della Regione Abruzzo *(Fig. 8)*.

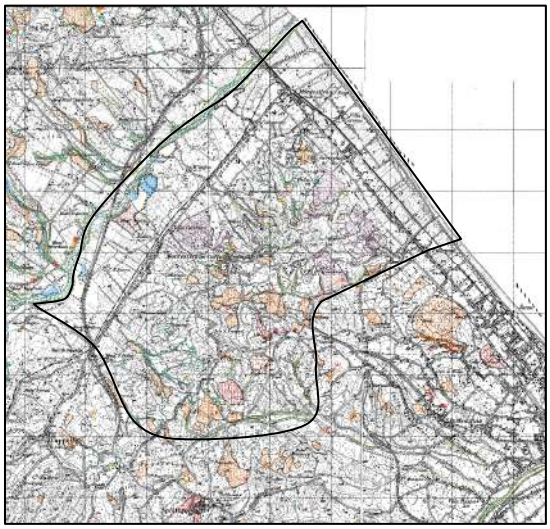


*Fig. 8 - Inquadramento geomorfologico dell'area di studio (stralcio della Carta Geomorfologica del P.A.I.)*

Il paesaggio dell'area di studio risulta fortemente influenzato dalla combinazione dei principali processi morfogenetici agenti che, combinandosi con l'attività eustatica e la tettonica recente, hanno generato l'attuale conformazione morfologica del territorio. Le forme principali del modellamento sono legate ad un'ampia gamma di fattori; si individuano forme con influenza strutturale, forme di versante dovute alla gravità, forme dovute alle acque correnti superficiali, forme marine, superfici relitte e forme di origine antropica. Così come in tutta l'area pedemontana abruzzese, i rilievi collinari dell'area del foglio sono soggetti a dissesti geomorfologici di varia natura, a causa della diffusa presenza di litotipi argillosi e sabbioso-conglomeratici, della distribuzione delle pendenze e delle condizioni climatiche, queste ultime caratterizzate da notevoli escursioni termiche e da precipitazioni che si concentrano disomogeneamente nello spazio e nel tempo.

Scendendo nel particolare, come già visto nella *Fig. 7*, il territorio comunale può essere suddiviso in 3 grandi macroaree, in ciascuna delle quali si assiste al predominare di forme e processi geomorfologici differenti. Si ha, quindi, alla presenza di:

- forme, processi e depositi per acque correnti superficiali nella porzione nord-occidentale del territorio, laddove predomina l'attività legata alla presenza del fiume Saline;
- forme, processi e depositi gravitativi di versante e con influenza strutturale nella porzione centro-meridionale del territorio, laddove l'antica sequenza deposizionale regressiva ha portato a giorno i termini marini sabbioso-arenacei relativamente competenti rispetto ai sottostanti depositi marini limoso-argillosi;
- forme, processi e depositi marino-costieri nella porzione nord-orientale del territorio, laddove predomina l'attività costiera.

Per quanto riguarda l'azione delle acque superficiali, il principale corso che caratterizza il Comune di Montesilvano è il fiume Saline, che si forma dall'unione del fiume Fino con il fiume Tavo presso Cappelle sul Tavo, in contrada Congiunti; la sua lunghezza è di 10 km ed ha un bacino idrografico di circa 36 $km^2$. I suoi terrazzi alluvionali più antichi sono costituiti da lembi di depositi isolati di cui è difficile ricostruire l'originale continuità; i più

recenti sono, invece, estesi e ben rappresentati soprattutto lungo il fondovalle ed in sinistra idrografica, laddove sono delimitati da orli di scarpata abbastanza netti *(Fig. 9)*. L'asimmetrica distribuzione dei terrazzi fluviali è stata, nel corso degli ultimi decenni, interpretata in maniera differente da diversi autori; alcuni hanno imputato il fenomeno all'influenza dell'accelerazione di CORIOLIS (CRESCENTI, 1972), altri a fattori microclimatici legati all'esposizione dei versanti (ELMI, 1991), altri a fattori strutturali legati a basculamenti differenziali (BIGI *et Alii*, 1995, 1997; CURRADO & FREDI, 2000) anche precoci, mantenutisi successivamente alla dissezione fluviale (AUCELLI *et Alii*, 1996).

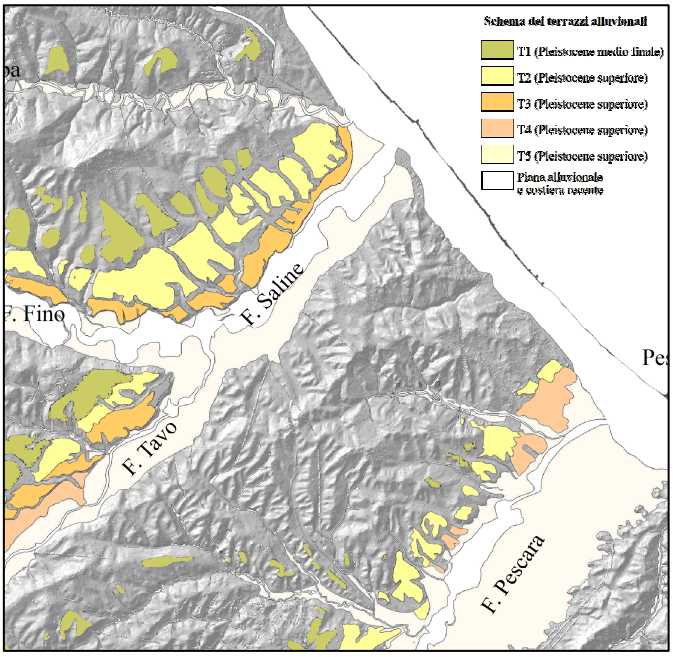



*Fig. 9 - Schema dei terrazzi alluvionali del fiume Saline*

Detto del fiume Saline, la cui presenza influenza principalmente il paesaggio nella porzione nord-occidentale di Montesilvano, la restante parte del territorio comunale presenta varie forme e depositi legati all'azione delle acque superficiali, soprattutto lungo i versanti che interessano la porzione collinare; in particolare, sono presenti:

- *Fossi di erosione concentrata.* Si tratta di incisioni ad opera delle acque di ruscellamento superficiale che, soprattutto in occasione di eventi meteorici intensi, provocano l'asportazione ed il trasporto dei depositi superficiali alterati.
- *Orli di scarpata di erosione fluviale o torrentizia.* Si tratta dei bordi superiori di scarpate di erosione concentrata molto accentuate, laddove agiscono i fenomeni erosivi ad opera delle acque superficiali.
- *Conoidi di deiezione.* Conoidi alluvionali generate da corsi d'acqua minori, caratterizzate da dimensioni e pendenze molto varie, in stretta relazione con le dimensioni e la natura dei sedimenti del bacino idrografico che li sottende. La deposizione avviene nelle porzioni distali dei fossi e valli, dove le acque di ruscellamento superficiale trasportano e rilasciano i sedimenti derivati dai processi erosivi che agiscono all'interno dei bacini idrografici che li sottendono. Le conoidi sono attualmente in condizioni di inattività per mancato trasporto idrico ed intensa urbanizzazione.

Come già visto nell'inquadramento geologico generale, la porzione centrale del territorio comunale è caratterizzata da una successione marina argilloso-sabbioso-conglomeratica, con litotipi erodibili sovrastati da litotipi più competenti. Ciò, unitamente al mantenimento di versanti a elevata acclività, favorisce il verificarsi di frane per scorrimento rotazionale e traslativo, oltre a colamenti e movimenti lenti di versante (soliflussi) che interessano le coltri eluvio-colluviali del substrato argilloso. A causa delle diverse condizioni orografiche, idrografiche, litostrutturali e vegetazionali e della diversa antropizzazione dell'area, la distribuzione delle frane è alquanto eterogenea; si tratta di frane di dimensioni e tipologie variabili, da attive a quiescenti a inattive e da movimenti lenti di versante.

Frane essenzialmente di scorrimento e colamento s'individuano verso l'area costiera, nell'area di Montesilvano Colle; in questo caso, la morfogenesi gravitativa si sviluppa mediante movimenti lenti di versante che possono interessare sia le coperture colluviali sia la porzione superficiale alterata del substrato argilloso. Dissesti di diversa tipologia e dimensioni molto variabili si verificano diffusamente sui versanti dei rilievi collinari in occasione di eventi meteorici intensi; questi elementi indicano chiaramente un territorio caratterizzato da una rapida morfogenesi legata ai processi gravitativi. In generale, le principali forme, processi e depositi legati a fenomeni gravitativi presenti nel territorio sono:

- *Soliflussi e deformazioni plastiche superficiali.* Si tratta di un movimento lento del terreno che si comporta come una massa fluida molto viscosa; il movimento si manifesta sotto forma di lobi, ondeggiature ed increspature che interrompono la linearità dei versanti non necessariamente molto acclivi (bastano pendenze superiori a 5°) ed a composizione prevalentemente argillosa. Il fenomeno interessa, di norma, la coltre di alterazione superficiale a forte componente argillosa che ricopre solitamente i versanti con substrato impermeabile o poco permeabile. Durante le precipitazioni meteoriche, le caratteristiche meccaniche della coltre, già scadenti, sono ulteriormente compromesse dall'acqua di imbibizione che, data la natura dei materiali, non viene rapidamente drenata; possono, quindi, innescarsi movimenti gravitativi circoscritti allo strato superficiale, di spessore ridotto, con velocità che variano da qualche millimetro a qualche metro all'anno, in funzione dell'inclinazione del versante.
- *Orli di scarpata di frana.* Si tratta del bordo superiore della scarpata in corrispondenza della nicchia di distacco di una frana; talora è associato a fessure e crepe in arretramento legate all'evoluzione del fenomeno franoso.
- *Corpi di frana.* I fenomeni di scollamento di porzioni più o meno estese di terreno ed il conseguente scivolamento sotto l'azione prevalente della gravità, portano all'accumulo di corpi di materiale a valle della nicchia di distacco. Il fenomeno è causato da numerosi fattori tra i quali i più importanti sono la natura litologica dei materiali, il loro assetto strutturale, la morfologia del versante interessato, le condizioni idrogeologiche. Gli accumuli di frana sono caratterizzati da forme mammellonari e contropendenze, talvolta visibili e talvolta obliterati dalla vegetazione e/o dall'attività antropica.

Per quanto riguarda la zona costiera, essa è caratterizzata dalla presenza di spiagge interrotte unicamente dalla foce del fiume Saline; esse presentano un'ampiezza da alcune decine di metri a un massimo di circa 100 m e sono state fortemente soggette, durante il secolo scorso, a fenomeni di erosione che ne hanno, in alcuni casi, ridotto l'estensione.

Lo studio della posizione della linea di riva in tempi storici e recenti ha consentito di delineare il quadro evolutivo della costa abruzzese. La dinamica della linea di riva, tra la fine del 1800 ed oggi, è caratterizzata da importanti fasi di erosione ed arretramento, interrotte da momentanee fasi di avanzamento. Tale dinamica è stata fortemente condizionata dall'evoluzione degli apparati delle foci fluviali, in rapporto alle variazioni degli apporti sedimentari. Fra le cause dell'arretramento va annoverato il diminuito apporto a mare di sabbie e ghiaie fluviali imputabile principalmente agli interventi umani in corrispondenza delle aste fluviali e sui versanti. Notevole influenza ha avuto inoltre la disordinata ed intensa urbanizzazione che ha interessato vari tratti della fascia litoranea; la successiva realizzazione, in più fasi, di opere di difesa ha determinato un forte condizionamento della dinamica del litorale sia per i tratti direttamente protetti sia per quelli immediatamente adiacenti, dando come risultato una continua migrazione delle aree in erosione ed in accumulo.

# 4 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Come riportato nel paragrafo 2.1.1 del testo "*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*", le indagini in sito ed in laboratorio contribuiscono alla definizione del modello del sottosuolo, in base alle unità litotecniche presenti, ai loro rapporti stratigrafici e geometrici ed ai parametri fisico-meccanici che le caratterizzano. La conoscenza di tale modello permette di effettuare valutazioni sui fenomeni di amplificazione locale per le zone stabili e su eventuali fenomeni di instabilità.

Questa fase è di fondamentale importanza negli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1, per cui il primo obiettivo è stato quello di raccogliere il maggior numero di indagini (geognostiche e sismiche) presenti nel territorio comunale di Montesilvano; in particolare, oltre al materiale fornito dallo scrivente, sono stati utilizzati dati forniti dall'Ufficio tecnico comunale e dati forniti, per gentile concessione, dai Dottori Geologi Piertromartire Eustachio, D'Ercole Piero e Petrini Fabrizio.

Il sunto di tutto il materiale raccolto ha permesso di realizzare la CARTA DELLE INDAGINI (scala 1:5.000), dove sono riportate tutte le indagini presenti nel territorio (tanto quelle raccolte quanto le indagini di microtremori realizzate *ex-novo* nelle zone che meritavano ulteriori approfondimenti o che erano carenti di informazioni sismiche).

Di seguito si riporta lo schema delle indagini presenti in cartografia.

| Indagine | Codice | Numero |
|---|---|---|
| Sondaggio a carotaggio continuo | S | 53 |
| Piezometri | SP | 13 |
| Prova penetrometrica statica con punta meccanica | CPT | 35 |
| Prova penetrometrica pesante | DP | 29 |
| Downhole | DH | 2 |
| MASW | MASW | 3 |
| Microtremori a stazione singola | HVSR | 31 |

Alla luce delle indagini in possesso, è possibile differenziare le principali grandi categorie geologico-tecniche presenti nell'area di studio.

| Categoria geologico-tecnica | Dominio geologico | Area di affioramento | Addensamento Consistenza | Parametri geotecnici | Parametri geofisici |
|---|---|---|---|---|---|
| Sabbie più o meno cementate ed arenarie deboli | Unità marina Form. Mutignano (FMTd) | Cime collinari | Molto alto | $\gamma$ = 1,9-2,1 t/m$^2$<br>$\phi'$ = 30-35°<br>c' = 0 t/m$^2$<br>$C_u$ = 0 t/m$^2$ | $V_P$ = 600-1.500<br>$V_s$ = 300-700 |
| Sabbie più o meno cementate e sabbie limose | Unità marina Form. Mutignano (FMTc) | Versanti collinari | Alto - Molto alto | $\gamma$ = 1,8-2,0 t/m$^2$<br>$\phi'$ = 25-30°<br>c' = 0 t/m$^2$<br>$C_u$ = 0 t/m$^2$ | $V_P$ = 400-1.300<br>$V_s$ = 200-500 |
| Limi argillosi ed argille limose | Unità marina Form. Mutignano (FMTa) | Versanti pedecollinari | Medio - Alto | $\gamma$ = 1,9-2,0 t/m$^2$<br>$\phi'$ = 23-27°<br>c' = 0,5-2,0 t/m$^2$<br>$C_u$ = 8-25 t/m$^2$ | $V_P$ = 400-2.000<br>$V_s$ = 200-500 |
| Ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose | Depositi alluvioni (all) | Fondovalle alluvionale | Medio - Alto | $\gamma$ = 1,9-2,1 t/m$^2$<br>$\phi'$ = 30-35°<br>c' = 0 t/m$^2$<br>$C_u$ = 0 t/m$^2$ | $V_P$ = 600-1.200<br>$V_s$ = 300-700 |
| Sabbie e sabbie limose | Depositi costieri (spi) | Costiera | Medio | $\gamma$ = 1,8-1,9 t/m$^2$<br>$\phi'$ = 25-30°<br>c' = 0-0,5 t/m$^2$<br>$C_u$ = 0-7 t/m$^2$ | $V_P$ = 300-1.500<br>$V_s$ = 200-600 |

Naturalmente, questa indicazione deve intendersi come di larga massima e non puntuale in quanto la variabilità litologica, giaciturale, morfologica ed idrogeologica dei terreni obbliga, in occasione della realizzazione di opere, ad effettuare idonee indagini geognostiche e geofisiche per un'accurata definizione dei parametri geotecnici e sismici locali.

# 5 MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Per definizione, il modello geologico del sottosuolo permette di:

- definire i lineamenti morfologici di una zona;
- evidenziare i processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva;
- definire la successione litostratigrafica locale, con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;
- illustrare i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici, con particolare riferimento all'andamento del substrato.

In generale, quindi, il modello deve riconoscere e descrivere (oltre alle caratteristiche geologiche *sensu latu*) gli aspetti connessi alla genesi dei diversi litotipi, quali l'ambiente deposizionale, l'ambiente e le condizioni di genesi dei terreni e delle rocce, gli assetti tettonici dell'area in studio. Tutte queste cognizioni sono indispensabili per prevedere le possibili variazioni delle caratteristiche fisiche, geotecniche e geomeccaniche dei materiali e l'evoluzione morfodinamica dell'area.

Come già specificato, l'assetto geologico-tecnico del territorio, così come il modello di sottosuolo, può essere ricostruito per le 3 grandi macroaree.

- *Area collinare*. La *formazione di Mutignano* rappresenta la totalità della successione marina del *Pliocene superiore-Pleistocene* affiorante nell'area. I termini della *formazione di Mutignano* sono riferibili ad ambienti che vanno dall'*offshore* allo *shoreface*. La loro organizzazione verticale individua un chiaro *trend coarsening* e *thickening upward*, interpretabile come una fase di progradazione degli ambienti deposizionali verso le aree bacinali, con tendenza al colmamento del depocentro plio-pleistocenico *(Fig. 10)*. I depositi dell'associazione pelitico-sabbiosa della *formazione di Mutignano (FMTa)* dominano in misura prevalente il paesaggio collinare ed in particolare la parte centrale. Essi rappresentano i depositi marini del *Pliocene superiore-Pleistocene* più giovani affioranti al disotto delle coperture quaternarie continentali. Al di sopra dell'associazione *FMTa*, in corrispondenza della parte alta delle dorsali collinari, sono presenti i termini dell'associazione sabbioso-pelitica (*FMTc*) ed i depositi dell'associazione sabbioso-conglomeratica (*FMTd*), che chiudono il ciclo marino del *Pliocene superiore-Pleistocene* e che sono preservati in misura maggiore nelle aree centrali e rilevate del territorio comunale. Il modello di sottosuolo dell'area è abbastanza lineare poiché, come si può vedere nella seguente *Fig. 11* e nelle sezioni geologiche presente nella CARTA GEOLOGICO-TECNICA, le aree più rilevate sono caratterizzate dalla presenza dell'associazione sabbioso-conglomeratica (*FMTd*) che, con versanti più o meno acculi, degradano verso le zone a quote più basse caratterizzate dalla presenza rispettivamente

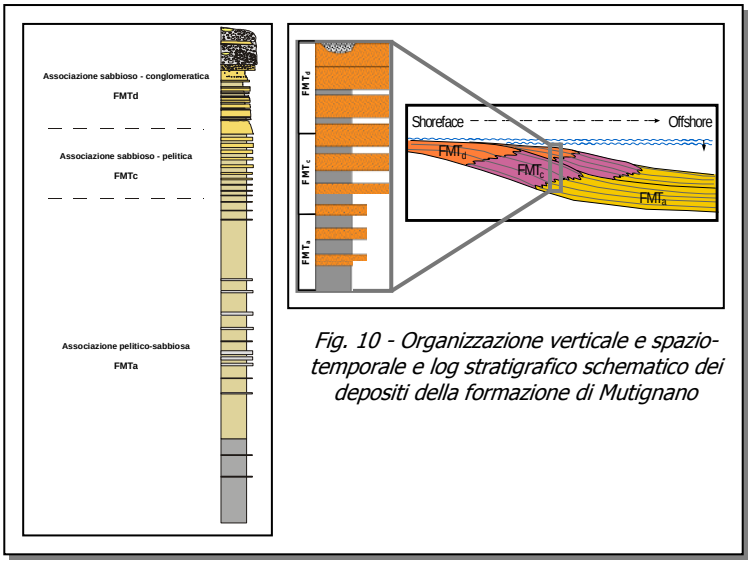



*Fig. 10 - Organizzazione verticale e spazio-temporale e log stratigrafico schematico dei depositi della formazione di Mutignano*

dell'associazione sabbioso-pelitica (*FMTc*) e, a seguire, di quella pelitica-sabbiosa (*FMTa*); talora i versanti sono caratterizzate da fossi ed incisioni, parzialmente colmate da depositi eluvio-colluviali.

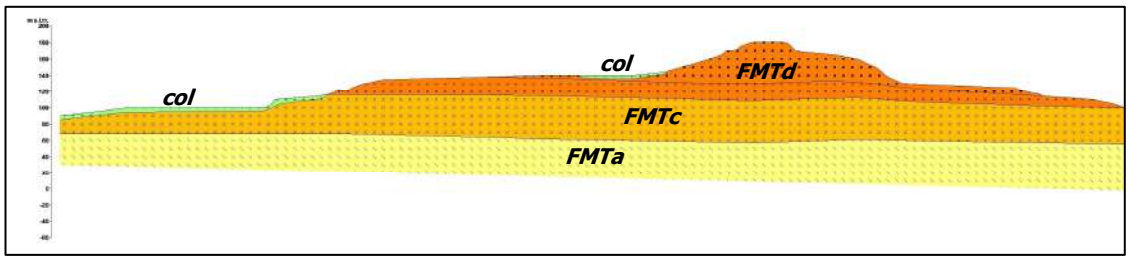



*Fig. 11 - Modello del sottosuolo nella zona collinare (stralcio della sez. 2 della CARTA GEOLOGICO-TECNICA)*

- *Area di fondovalle del fiume Saline*. Sono presenti depositi alluvionali del fiume Saline (ed antichi affluenti) appartenenti al *subsintema di Chieti Scalo* appartenente al *sintema di Valle Majelama*. Si tratta di aree caratterizzate da terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi passanti, ad una profondità media di circa 25-35 m, al substrato geologico argilloso-limoso *(FMTa)*. Nelle porzioni più distali rispetto al fiume Saline (terrazzo alluvionale), i termini ghiaiosi sono coperti da terreni prevalentemente limoso-sabbiosi dello spessore medio di circa 6 m *(Fig. 12)*.

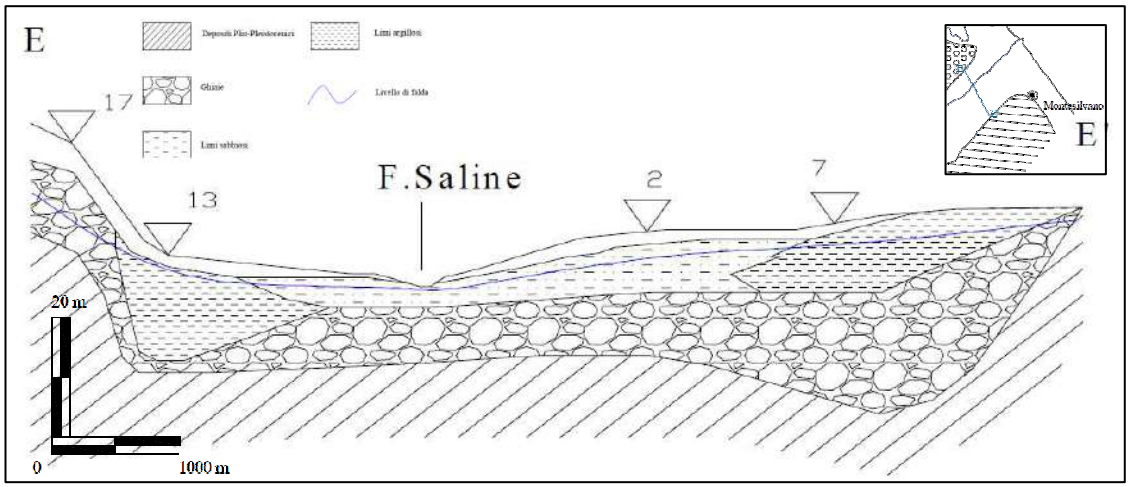



*Fig. 12 - Modello del sottosuolo nella zona di fondovalle del fiume Saline*

- *Area costiera*. I depositi di spiaggia affiorano con continuità lungo tutto il litorale, per circa 4,5 km e con una ampiezza trasversale da alcune decine di metri a oltre 1 km. Costituiscono gran parte della piana costiera e sono interessati da una intensa antropizzazione; solo in una fascia variabile tra poche decine di metri e 100 m costituiscono la spiaggia attuale. I depositi sono costituiti da sabbie a granulometria medio-fine, sciolte o addensate, e localmente da ghiaie con ciottoli eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti. I depositi ghiaiosi prevalgono in genere in prossimità della foce del fiume Saline. Lo spessore dei depositi di spiaggia raggiunge al massimo 10 m, passando in profondità al substrato geologico argilloso-limoso *(FMTa)*.

# 6 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come riportato in *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"*, il Livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MZS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie di scuotimento sismico.

Da tale affermazione si evince che, in uno studio del genere è di fondamentale importanza la fase di raccolta bibliografica, che permette di suddividere il territorio in aree ben indagate (per cui risulta semplice ricostruire il modello del sottosuolo) rispetto ad aree in cui le informazioni di base sono insufficienti e/o incomplete. Alla luce di tutte le informazioni raccolte e dei dati scaturiti nelle successive fasi di rilevamento geologico e geomorfologico, sono emerse le seguenti problematiche:

- ✓ Le porzioni di territorio comunale oggetto del presente studio sono caratterizzate dalla presenza di numerosi corpi di frana dovuti principalmente a fenomeni di scorrimento (rotazionale e/o traslazionale) e soliflusso. Per un maggior dettaglio di studio dei corpi di frana, dovranno essere necessariamente realizzate, nei successivi gradi di approfondimento, indagini dirette ed indirette finalizzate alla determinazione dei volumi di terreno interessati dai fenomeni d'instabilità gravitativa ed alla verifica dello stato di attività tanto in condizioni statiche quanto in caso di sisma (fenomeni cosismici).
- ✓ Nella CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E FREQUENZE DI RISONANZA, tutta la fascia costiera è stata considerata come *Zona suscettibile d'instabilità per liquefazione*; tale scelta è stata presa in quanto, secondo le indicazioni fornite dal Dipartimento della Protezione Civile, sussiste la suscettibilità alla liquefazione se risultano verificate le seguenti 4 condizioni:

  1) *Nella successione litologica sono presenti orizzonti di argilla sabbiosa, limi sabbiosi, sabbie, sabbie limose, sabbie ghiaiose, sabbie argillose e ghiaie sabbiose ad una profondità minore di 20 m dal p.c.*

     Tale condizione è verificata in quanto nella fascia costiera sono presenti depositi prevalentemente sabbiosi e limoso-sabbiosi.

  2) *Falda a una profondità media stagionale < 15 m dal p.c.*

     Tale condizione è verificata in quanto nella fascia costiera è presente falda entro i primi metri di profondità dal p.c.

  3) *Accelerazione massima attesa su roccia uguale o superiore a 0,10 g (valore di $a_g$ nella pericolosità di base).*

     Tale condizione è verificata in quanto, ai sensi dell'Allegato 7 dell'O.P.C.M. n° 3907/2010, il Comune di Montesilvano presenta un valore di $a_g$ pari a 0,161888 *g*.

  4) *Eventi sismici attesi di magnitudo M superiore a 5 (ICMS, 2008; http://esse1-gis.mi.ingv.it).*

     Tale condizione è verificata in quanto, effettuando la disaggregazione della pericolosità sismica del nodo della griglia passante per Montesilvano, si ottiene M = 5,350.

Le suddette condizioni sono tutte verificate, quindi la fascia costiera risulta suscettibile a liquefazione.

Inoltre, a scopo di approfondimento, sono state condotte le verifiche a liquefazione di Livello II, come previsto nel paragrafo 2.7.1.1 del testo *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"*, in particolare, la probabilità che nei terreni si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti 5 condizioni:

a) *Eventi sismici attesi di magnitudo M < 5*.

Sulla base della zonazione simogenetica ZS9 *(Fig. 13)*, il Comune di Montesilvano è posto in parte nella Zona 917 (con $M_{wmax}$ = 6.14) ed in parte nella Zona 918 ($M_{wmax}$ = 6.37), per cui questa ipotesi non è verificata.

*Fig. 13 - Zonazione sismogenetica ZS9 nel Comune di Montesilvano*

b) $a_g < 0{,}1\ g$.

Ai sensi dell'Allegato 7 dell'O.P.C.M. n° 3907/2010, il Comune di Montesilvano presenta un valore di $a_g$ pari a 0,161888 *g*, per cui questa ipotesi non è verificata.

c) $a_g < 0{,}15\ g$ e:
- Frazione fine *FC* > 20% ed indice di Plasticità *PI* > 10;
- Frazione fine *FC* ≥ 35% e resistenza penetrometrica della prova SPT $(N_1)_{60}$ > 20;
- Frazione fine FC ≤ 5% e resistenza penetrometrica della prova SPT $(N_1)_{60}$ > 25.

Diverse prove penetrometriche DPSH (vedasi DP22, DP26, DP20, DP23, DP2, DP27 nella CARTA DELLE INDAGINI) non verificano le suddette opzioni, per cui questa ipotesi non è sempre verificata.

d) *Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in Fig. 14 a, nel caso di materiale con coefficiente di uniformità Uc < 3.5, ed in Fig. 14 b per coefficienti di uniformità Uc > 3.5.*

Questa ipotesi non è sempre verificata.

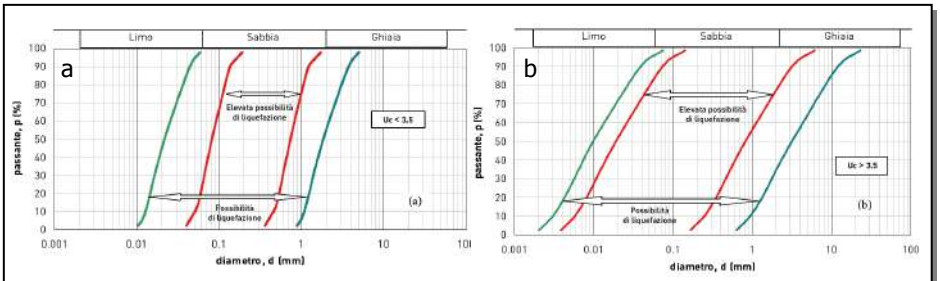


*Fig. 14 - Fasce granulometriche per la valutazione della suscettibilità a liquefazione*

e) *Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c.*

La falda è presente entro i primi metri di profondità dal p.c., per cui questa ipotesi non è verificata.

Dai dati a disposizione, nessuna delle suddette 5 condizioni si verifica sempre con certezza, quindi la fascia costiera risulta suscettibile a liquefazione.

In conclusione, è indispensabile, nei successivi gradi di approfondimento, perfezionare lo studio del sottosuolo nell'area costiera, con particolare attenzione alla determinazione della profondità della falda acquifera, alla definizione delle stratigrafie locali, della valutazione della natura granulometrica e dello stato di addensamento dei terreni; solo in questo modo sarà possibile verificare la suscettibilità puntuale del territorio ai fenomeni di liquefazione.

- ✓ Nella CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E FREQUENZE DI RISONANZA, la Zona 5 (conoidi alluvionali) e la Zona 6 (alluvioni terrazzate) evidenziano condizioni geologico-idrogeologiche predisponenti la suscettibilità alla liquefazione; in particolare, sono presenti, fino ad una profondità media di circa 6 m, terreni di natura prevalentemente limoso-sabbioso-argillosa ed è presente falda ad una profondità media dal p.c. pari a circa 6 m. In definitiva, risulterebbero verificate le 4 condizioni di cui al punto precedente, secondo le indicazioni fornite dal Dipartimento della Protezione Civile. A causa della mancanza di un adeguato numero di dati geologici, geotecnici ed idrogeologici, non è possibile delimitare con precisione, in tale fase di studio, la continuità laterale litologica dei terreni superficiali potenzialmente liquefacibili e l'esatta distribuzione areale della falda; risulta necessario, nei successivi gradi di approfondimento, realizzare ulteriori indagini ed approfondimenti per verificare l'effettiva sussistenza di condizioni di instabilità per liquefazione. Alla luce di tali considerazioni, si è deciso di non declassare le zone 5 e 6 a zona instabile per liquefazione ma, più propriamente, contrassegnarle con un retino sovrapposto che identifica una *"Zona che necessita di ulteriori indagini ed approfondimenti per la verifica di instabilità per liquefazione in quanto sono presenti terreni limoso-sabbiosi dalla continuità laterale incerta ed è presente falda a profondità dal p.c. < 15 m"*.
- ✓ La sezione 3-3', presente nella CARTA GEOLOGICA-TECNICA, è stata realizzata, su espressa richiesta del Tavolo Tecnico, al fine di stimare l'andamento della paleovalle sepolta del fiume Saline. In mancanza di dati diretti, ma sulla base di notizie bibliografiche, è stato stimato che la profondità del substrato geologico (su cui è impostata la sequenza dei depositi alluvionali) è di circa 35-45 m nel tratto NNO della sezione, mentre riemerge tra 7-10 m di profondità nel tratto SSE, immediatamente al di sotto dei depositi sabbiosi costieri; per conoscere con precisione l'andamento della paleovalle, dovranno necessariamente essere realizzate, nei successivi gradi di approfondimento, indagini in sito, in modo da affinare il modello geologico-tecnico del sottosuolo ed eventualmente poter valutare la sussistenza di fenomeni di amplificazione sismica legati proprio alla presenza della suddetta paleovalle.
- ✓ La sezione 4-4', presente nella CARTA GEOLOGICA-TECNICA, è stata realizzata per evidenziare l'approfondimento del substrato geologico in corrispondenza della foce del fiume Saline e, contestualmente, il passaggio tra

assetti stratigrafici differenti, la cui schematizzazione merita indagini dirette ed indirette nei successivi gradi di approfondimento.

- ✓ Nella CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E FREQUENZE DI RISONANZA, i passaggi tra le zone LI1 (liquefazione) e LI2 (liquefazione con amplificazioni locali) e tra Zona 7 e LI2 sono stati rappresentati come limiti incerti (tratteggio) poiché tracciati sulla base dei dati a disposizione. Sarà auspicabile realizzare ulteriori indagini al fine di poter perfezionare la delimitazione tra tali zone.
- ✓ Per tutte le problematiche ed incertezze descritte nei precedenti punti, si è ritenuto opportuno, nella CARTA DELLE INDAGINI, circoscrivere tutta la fascia costiera e tutta la fascia alluvionale terrazzata come *"Area in cui effettuare ulteriori indagini"* nei successivi gradi di approfondimento, con particolare riferimento alla verifica della suscettibilità ai fenomeni di liquefazione.

# 7 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Come riportato nella CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E FREQUENZE DI RISONANZA, oltre alle indagini raccolte, sono state effettuate misure di microtremori a stazione singola in campo libero, ubicate sul sito secondo le indicazioni del Tavolo Tecnico.

L'acquisizione è stata effettuata con tromografo digitale Micromed TROMINO®. Le indagini sono state effettuate posizionando il tromografo sul terreno (asportando i primi centimetri di suolo al fine di ottenere un buon accoppiamento) ed effettuando una registrazione di durata pari a 20 minuti.

L'analisi delle misure di microtremori ha permesso di trarre le seguenti conclusioni:

- SEZIONE 1-1': In corrispondenza di questa sezione sono presenti n° 3 misure di microtremori da SO a NE (rispettivamente HVSR12, HVSR30 e HVSR9). Nessuna di queste misure ha mostrato picchi significativi di amplificazione sismica; in particolare, se ciò era da aspettarselo nella misura HVSR12 (realizzata in corrispondenza del substrato geologico *FMTd*), è strano notare come anche nella misura HVSR30 (realizzata su una frana quiescente) e nella misura HVSR9 (realizzata sui depositi costieri) non vi siano picchi di amplificazione. Ciò è interpretabile con un debole contrasto di $V_S$ tra il substrato geologico ed i depositi di copertura.
- SEZIONE 2-2': In corrispondenza di questa sezione sono presenti n° 2 misure di microtremori da SE a NO (rispettivamente HVSR8 e HVSR13). Non sono presenti picchi di amplificazione sismica nella misura HVSR8, realizzata in corrispondenza del substrato geologico *FMTd*, mentre nella misura HVSR13, realizzata in corrispondenza dei depositi alluvionali del fiume Saline, è presente un picco di amplificazione a circa 2 Hz, probabilmente dovuto al contrasto di $V_S$ tra le ghiaie alluvionali profonde (poste a circa 40 m) e le soprastanti alluvioni recenti.
- SEZIONE 3-3': In corrispondenza di questa sezione sono presenti n° 5 misure di microtremori da SSE a NNO (rispettivamente HVSR2, HVSR16, HVSR18, HVSR22 e HVSR31). Tali misure sono state realizzate al fine di evidenziare la valle sepolta del fiume Saline al di sotto dei depositi costieri. Le misure mostrano picchi di amplificazione nel range 1,0-2,4 Hz (compatibili con la geometria sepolta della paleovalle fluviale) legate al contrasto di $V_S$ tra le ghiaie alluvionali profonde (poste a circa 40 m) e le soprastanti alluvioni recenti.
- SEZIONE 4-4': In corrispondenza di questa sezione sono presenti n° 2 misure di microtremori da SO a NE (rispettivamente HVSR3 e HVSR31). Non sono presenti picchi di amplificazione sismica nella misura HVSR3, realizzata in corrispondenza delle ghiaie alluvionali superficiali, mentre nella misura HVSR31, realizzata in corrispondenza dei depositi costieri sovrastanti le alluvioni del fiume Saline, è presente un picco di amplificazione a circa 1,6 Hz, probabilmente dovuto al contrasto di $V_S$ tra le ghiaie alluvionali profonde (poste a circa 40 m) e le soprastanti alluvioni recenti.

# 8 ELABORATI CARTOGRAFICI

Gli elaborati cartografici sono stati realizzati seguendo sia le linee guide di *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"* sia le linee guida *"Standard di rappresentazione cartografica e archiviazione informatica - Specifiche tecniche per la redazione degli elaborati cartografici ed informatici relativi al primo livello delle attività di microzonazione sismica"* della Regione Abruzzo. Per comodità di consultazione sono stati allegati alla presente relazione e sono costituiti da:

- ✓ *CARTA DELLE INDAGINI* in scala 1:5.000, in cui sono indicati la localizzazione delle indagini pregresse raccolte, la tipologia delle indagini ed i punti in cui sono state realizzate misure di microtremori *ex novo*.
- ✓ *CARTA GEOLOGICO-TECNICA* in scala 1:5.000, nella quale sono riportate tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, idrogeologia, caratteristiche litotecniche e sezioni geologico-tecniche rappresentative) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionale alla realizzazione della successiva Carta. Sono anche riportate n° 4 sezioni geologico-tecniche che permettono di comprendere, con maggior dettaglio, i rapporti stratigrafici tra le varie unità.
- ✓ *CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E FREQUENZE DI RISONANZA* in scala 1:5.000, nella quale il territorio comunale viene suddiviso in:
    1) *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale;
    2) *zone suscettibili di instabilità*, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono naturalmente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto).

  Ciascuna delle 2 grandi zone è a sua volta suddivisa in microzone con diverse colorazioni, ciascuna con caratteristiche geologico-tecniche relativamente omogenee.

  Inoltre sono riportati i punti di misura HVSR con i valori della frequenza e dell'ampiezza (F0, A0) dei picchi fondamentali di risonanza del terreno e dei picchi secondari (F1, A1), utili a fornire stime di massima circa i fenomeni amplificativi al suolo.

# 9 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Montesilvano è il Comune più importante della provincia di Pescara dopo il capoluogo, di cui è praticamente il prolungamento verso nord sulla costa. La città è divisa in due zone: la prima è Montesilvano Colle, il vecchio centro della città, in collina; la seconda, lungo la riviera, è Montesilvano Marina (o Montesilvano Spiaggia), già Contrada Marina, la parte più popolosa e moderna.

Il territorio dell'odierno Comune di Montesilvano entra nella storia fin da epoca romana grazie alla celebre contrada di Villa Carmine; secondo la maggior parte degli studiosi, tuttavia, le prime notizie realmente certe relative al primo nucleo urbano di Montesilvano, quello insediato sul colle *(Fig. 15)*, risalgono al 1114.

*Fig. 15 - Foto storica di Montesilvano Colle*

Verso la metà dell'Ottocento iniziò a formarsi la Contrada Marina, soprattutto grazie all'apertura della linea ferrea Bari-Ancona e di una stazione ferroviaria (1863), attorno alla quale si concentrò la massima parte dell'abitato. Fu quest'ultima a decretare lo sviluppo della contrada, che più tardi verrà chiamata Montesilvano Marina o Montesilvano Spiaggia *(Fig. 16)*, cancellando la denominazione precedente di Contrada Saline-Mazzocco, come veniva indicata fino all'Unità. Nel 1904 Montesilvano riacquistò la piena autonomia amministrativa e, nell'estate del 1926, la sede del Municipio fu trasferita dal Colle alla Marina. Come già si è sottolineato, Montesilvano è una città che ha una forte vocazione turistica legata soprattutto alla balneazione estiva.

*Fig. 16 - Foto storica di Montesilvano Marina*

Questo breve *excursus* storico permette di fare alcune considerazioni. Il Comune di Montesilvano, nonostante sia attualmente molto popolato, è abbastanza "giovane"; lo sviluppo urbanistico, iniziato nella zona di Montesilvano Colle, ha subito una brusca accelerazione nell'immediato dopoguerra principalmente lungo la zona litoranea a forte vocazione turistica. Ciò implica che, nonostante attualmente le caratteristiche geologiche-geomorfologiche nella zona di piana costiera siano state completamente obliterate dall'urbanizzazione, la stessa sia stata accompagnata da diversi studi geologici che permettono di avere diverse informazioni sui depositi ormai "nascosti".

La zona collinare, viceversa, risulta geologicamente poco obliterata, sia perché non ha subito una forte urbanizzazione sia perché sono presenti diversi affioramenti che permettono di definire con un certo dettaglio le caratteristiche litologiche e stratigrafiche.

La restante porzione di territorio è caratterizzata da piccole frazione o, addirittura, fabbricati isolati, che poco o nulla impediscono, per loro stessa natura, alla ricostruzione del modello geologico del sottosuolo.

Montesilvano, 08/07/2013

Tecnico
***Dott. Geol. PALESTINI CHRISTIAN***

Collaboratore
***Dott. Geol. PALMUCCI WILLIAM***

## BIBLIOGRAFIA

ALBARELLO D., CASTENETTO S., NASO G. (2011), *Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità di una carta di MS di livello 1* - in Ingegneria Sismica Anno XXVIII - n. 2 - 2011.

ALBARELLO D., CASTELLARO S. (2011), *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola* - in Ingegneria Sismica Anno XXVIII - n. 2 - 2011.

ALBERTI A., LIPPARINI T. & STAMPANONI G. (1967), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000. Foglio 141 PESCARA* - Serv. Geol. d'Italia, Roma.

A.P.A.T. (2006), *Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale. Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: il Progetto CARG.*

A.P.A.T. (2007), *Rapporto sulle frane in Italia. Il progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia): metodologia, risultati e rapporti regionali*.

BIGI S., CALAMITA F., CELLO G., CENTAMORE E., DEIANA G., PALTRINIERI W. & RIDOLFI M. (1995), *Evoluzione messiniano - pliocenica del sistema catena - avanfossa nell'area marchigiano - abruzzese esterna* - Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1995/1: 29-36, Camerino.

BONCIO P., BROZZETTI F.E LAVECCHIA G. (1999),*Carta degli allineamenti di faglie quaternarie ovest-immergenti rilevanti dal punto di vista sismogenetico (Area intra-appenninica umbro-marchigiano-abruzzese).*

BUCCOLINI M., CRESCENTI U. & SCIARRA N. (1994), *Interazione fra dinamica dei versanti ed ambienti costruiti: alcuni esempi in Abruzzo*. Il Quaternario, 7(1): 179-186, Nichelino (TO).

BUCCOLINI M. & TIBERIO S. (2001), *Evoluzione recente ed in atto nell'alveo del Fiume Tavo-Saline (Abruzzo centrale).* Mem. Soc. Geol. It., 56, 243-248.

CALAMITA F., CENTAMORE E., DEIANA G. & RIDOLFI M. (1995), *Caratterizzazione geologico-strutturale dell'area marchigiano-abruzzese esterna (Appennino centrale).* Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1: 171-182, Camerino.

CASTENETTO S. (2011), *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica": un riferimento per la caratterizzazione sismica del territorio* - in Ingegneria Sismica Anno XXVIII - n. 2 - 2011.

COLOMBI A., COMPAGNONI M., PERGALANI F. (2011), *"Risposta sismica locale: la MS come strumento discriminante per l'utilizzo di approcci semplificati o di specifiche analisi* - in Ingegneria Sismica Anno XXVIII - n. 2 - 2011.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI (2008), *D.M. 14/01/2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni*.

D'ALESSANDRO L., DEL SORDO L., BUCCOLINI M., MICCADEI E. & URBANI A. (2007), *Progetto IFFI. Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia. Risultati, elaborazioni, e rapporti regionali.* Regione Abruzzo (Cap.18). - A.P.A.T.- Monografie Servizio Geologico d'Italia.

D'ALESSANDRO L., BERTI D., BUCCOLINI M., MICCADEI E., PIACENTINI T. & URBANI A. (2003), *Relationships between the geological-structural framework and landslide types in Abruzzi*

*(Central Apennine).* In: "Atti 1° Congresso Nazionale AIGA", Chieti, 19-20 Febbraio 2003": 255-275, Roma.

D'ALESSANDRO L., BUCCOLINI M., MICCADEI E., PIACENTINI T., SCALELLA G., PARON P. & RICCI F. (2003), *Geomorphological framework of the Adriatic shoreline between the Tronto River and the Trigno River*. In: Ozhan E. Ed., Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 03, Ravenna, Italy, 1505-1516.

FOTI S., SANTUCCI DE MAGISTRIS F., SILVESTRI F., EVA C. (2011), *Valutazione degli standard di esecuzione e dell'efficacia delle indagini di sismica attiva e passiva* - in Ingegneria Sismica Anno XXVIII - n. 2 - 2011.

GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004), *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna*.

GRUPPO NAZ. PER LA DIFESA DAI TERREMOTI (1999), *Progetto 5.1.2 "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili".*

I.N.G.V. (2011), *Dati di pericolosità sismica per le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14/01/2008, Allegato A)*.

I.S.P.R.A. - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, *Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)*.

I.S.P.R.A. - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, *Progetto CARG - Carta Geologica d'Italia - Foglio 351 Pescara (Scala 1:50.000)*.

MARTINI G., CASTENETTO S., NASO G. (2011), *La carta geologico tecnica per gli studi di MS* - in Ingegneria Sismica Anno XXVIII - n. 2 - 2011.

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI - DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE (2008), *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - Parti I, II, III.*

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI (2003), *O.P.C.M. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i.*

REGIONE ABRUZZO - DIREZIONE TERRITORIO URBANISTICA, BENI AMBIENTALI, PARCHI, POLITICHE E GESTIONE DEI BACINI IDROGRAFICI - SERVIZIO GESTIONE E TUTELA DELLA RISORSA SUOLO - AUTORITÀ DEI BACINI REGIONALI (2005), *Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del Fiume Sangro.*

REGIONE ABRUZZO - GRUPPO DI LAVORO PER LE ATTIVITÀ DI MICROZONAZIONE SISMICA (2011), *Standard di rappresentazione cartografica e archiviazione informatica - Specifiche tecniche per la redazione degli elaborati cartografici ed informatici relativi al primo livello delle attività di microzonazione sismica.*

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1963), *Foglio 141 Pescara della Carta Geologica d'Italia al 1:100.000.*

STUCCHI *ET ALII* (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*.*

VEZZANI L. & GHISETTI F. (con la collaborazione di A. BIGOZZI, U. FOLLADOR & R. CASNEDI) (1997), *Carta geologica dell'Abruzzo in scala 1:100.000*. - S.E.L.C.A., Firenze.

UNIONE EUROPEA

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

ASSESSORATO AMBIENTE

Attuazione dell'Art. 11 della Legge 24 Giugno 2009, n. 77
Attività di Prevenzione del Rischio Sismico – Microzonazione Sismica del Territorio Regionale
Progetto Cofinanziato con Fondi Comunitari POR-FESR Abruzzo – 2007-2013 Asse IV – Attività IV.3.1

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta delle Indagini

SCALA 1:5.000

Base topografica CTR 1:5.000 della Direzione Cartografica della Regione Abruzzo – Sistema di Riferimento Geografico WGS 1984 Fuso 33N

## REGIONE ABRUZZO

### Comune di

## Montesilvano (PE)

Validazione del Tavolo Tecnico MZS

Tecnico incaricato: Dott. Geol. PALESTINI Christian

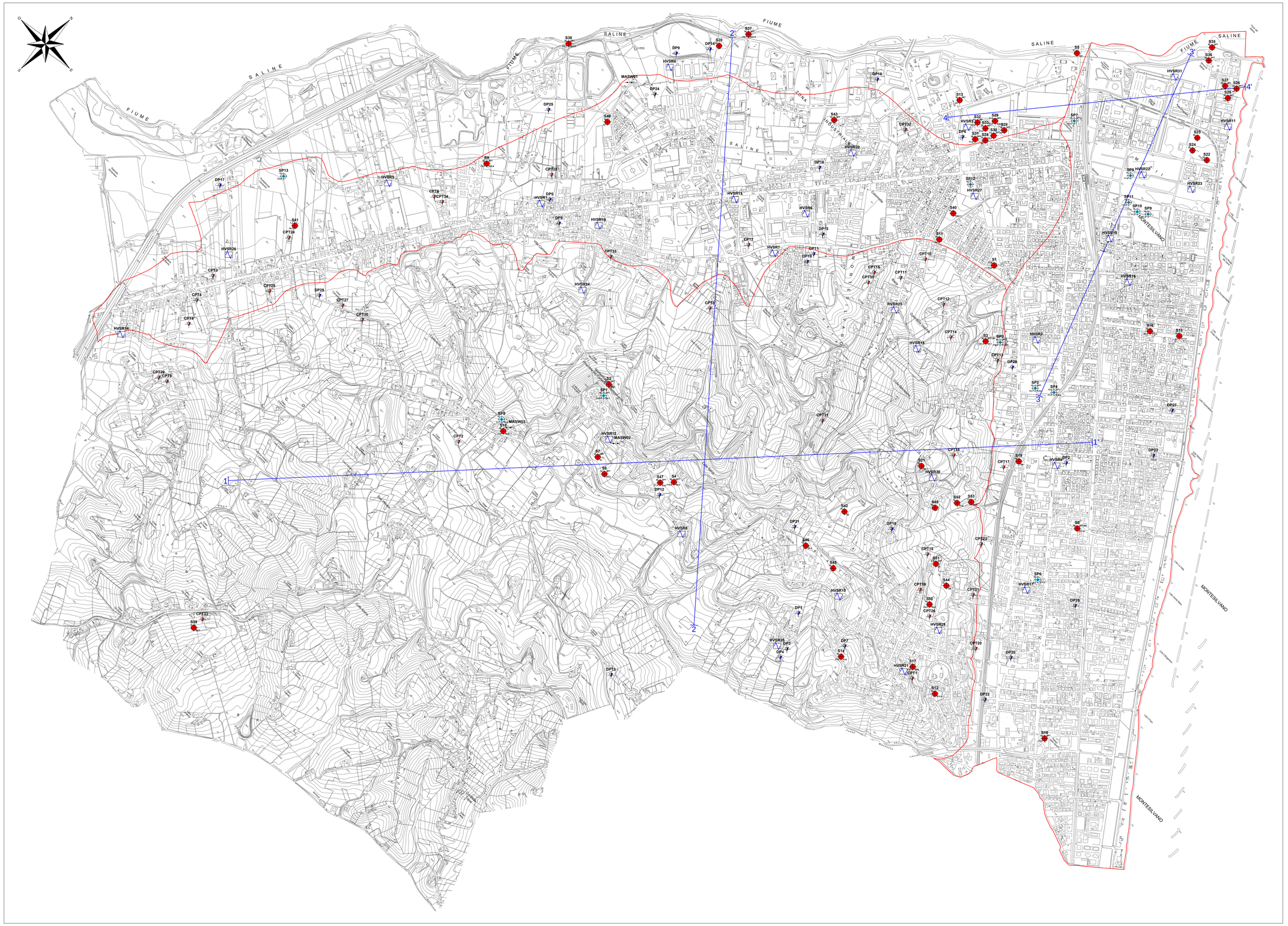
Collaboratore: Dott. Geol. PALMUCCI William

Data

## Legenda

- **S** (Fs 0.01 – Fs 0.01) — Sondaggio a carotaggio continuo
  - n. Profondità del fondo foro dal p.c. (m)
  - SPT: Prova penetrometrica in foro SPT (se presente)
  - DH: Prova sismica in foro Downhole (se presente)
  - Fn. Profondità della falda (se intercettata) dal p.c. (m)
  - Sn. Profondità del substrato (se intercettato) dal p.c.(m)
- **SP** (Fs 0.01 – Fs 0.01) — Sondaggio con piezometro
  - n. Profondità del fondo foro dal p.c. (m)
  - SPT: Prova penetrometrica in foro SPT (se presente)
  - Fn. Profondità della falda (se intercettata) dal p.c. (m)
  - Sn. Profondità del substrato (se intercettato) dal p.c.(m)
- **DP** — Prova penetrometrica dinamica pesante
- **CPT** — Prova penetrometrica statica con punta meccanica
- **MASW** — MASW
- **HVSR** — Microtremori a stazione singola
- Traccia della sezione geologico-tecnica
- Area in cui effettuare ulteriori indagini

0 50 100 200 300 400 500 600 700 800 m


FIUME SALINE
FIUME SALINE
SALINE
FIUME
SALINE
SALINE
FIUME
SALINE
FIUME
SALINE
SALINE
SALINE

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA
PRESIDENZA CONSIGLIO
Ufficio del Commissario
Dissesto Idrogeologico

ABRUZZO
CRESM

Attuazione dell'Art. 11 della Legge 24 Giugno 2009, n. 77
Attività di Prevenzione del Rischio Sismico – Microzonazione Sismica del Territorio Regionale
Progetto Cofinanziato con Fondi Comunitari POR-FESR Abruzzo – 2007-2013 Asse IV – Attività N 3.1

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta Geologico-Tecnica

SCALA 1:5.000

Rete Inviluppo CNR-TERRASAT Progetto Memore - Licenza Regionale

## REGIONE ABRUZZO

Comune di

## Montesilvano (PE)

Validazione del Tavolo Tecnico MZS

Tecnico incaricato: Dott. Geol. PALESTINI Christian

Collaboratore: Dott. Geol. PALMUCCI William

Data

## Legenda

### UNITÀ GEOLOGICHE DEL QUATERNARIO

(CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 1:50.000 - FOGLIO 351 PESCARA)

- **dis** — **Discarica.** Rifiuti solidi urbani.
- **fra** — **Deposito di frana.** Limi argillosi e limi sabbiosi (CARG: olos1) Olocene
- **col** — **Deposito eluvio-colluviali.** Limi e limi argillosi (CARG: olos2) Olocene
- **spi** — **Deposito di spiaggia.** Sabbie e sabbie limose (CARG: olog2) Olocene
- **all** — **Deposito alluvionale.** Ghiaie sabbiose e limi sabbiosi (CARG: olob) Olocene
- **at** — **Deposito alluvionale terrazzato.** Limi sabbiosi e ghiaie sabbiose (CARG: AVM4b) Olocene - Pleistocene sup.

### UNITÀ GEOLOGICHE MARINE

(CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 1:50.000 - FOGLIO 351 PESCARA)

**FORMAZIONE DI MUTIGNANO**
***Pleistocene p.p. - Pliocene sup.***

- **FMTdd** — Sabbie ed arenarie di colore giallastro con intercalazioni, nella parte alta, di livelli di ghiaie e conglomerati
- **FMTd** — Alternanza di sabbie e sabbie siltose di colore giallo-ocra con argille e argille siltose di colore grigiastro
- **FMTa** — Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di livelli di sabbie e sabbie limose

### UNITÀ LITOTECNICHE DEI TERRENI DI COPERTURA

#### UNITÀ LITOTECNICHE GRANULARI NON CEMENTATE

| GRANULOMETRIA | | ADDENSAMENTO | | INCLUSIONI | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sabbie | S | Moderatamente addensato | m | Frazione fine coesiva | c |
| Ghiaie sabbiose | Gs | Poco addensato | m | | |
| Limi sabbiosi | Ms | | | | |

#### UNITÀ LITOTECNICHE COESIVE

| GRANULOMETRIA | | CONSISTENZA | | INCLUSIONI | |
|---|---|---|---|---|---|
| Limi | M | Moderatamente consistente | m | Frammenti lapidei | c |
| Limi argillosi | Y | Poco consistente | y | | |

### UNITÀ LITOTECNICHE DEL SUBSTRATO GEOLOGICO NON RIGIDO

#### UNITÀ LITOTECNICHE GRANULARI CEMENTATE

- Sabbie cementate ed arenarie debol
- Sabbie cementate e sabbie limose addensate

#### UNITÀ LITOTECNICHE COESIVE SOVRACONSOLIDATE

- Limi
- Argille

### ELEMENTI TETTONICO-STRUTTURALI

- Direzione ed immersione degli strati
- Traccia della sezione geologico-tecnica
- Limite tra unità geologico-tecniche
- **all - E4 II c** — Codice della unità geologico-tecniche

### ELEMENTI IDROGEOLOGICI E DI SOTTOSUOLO

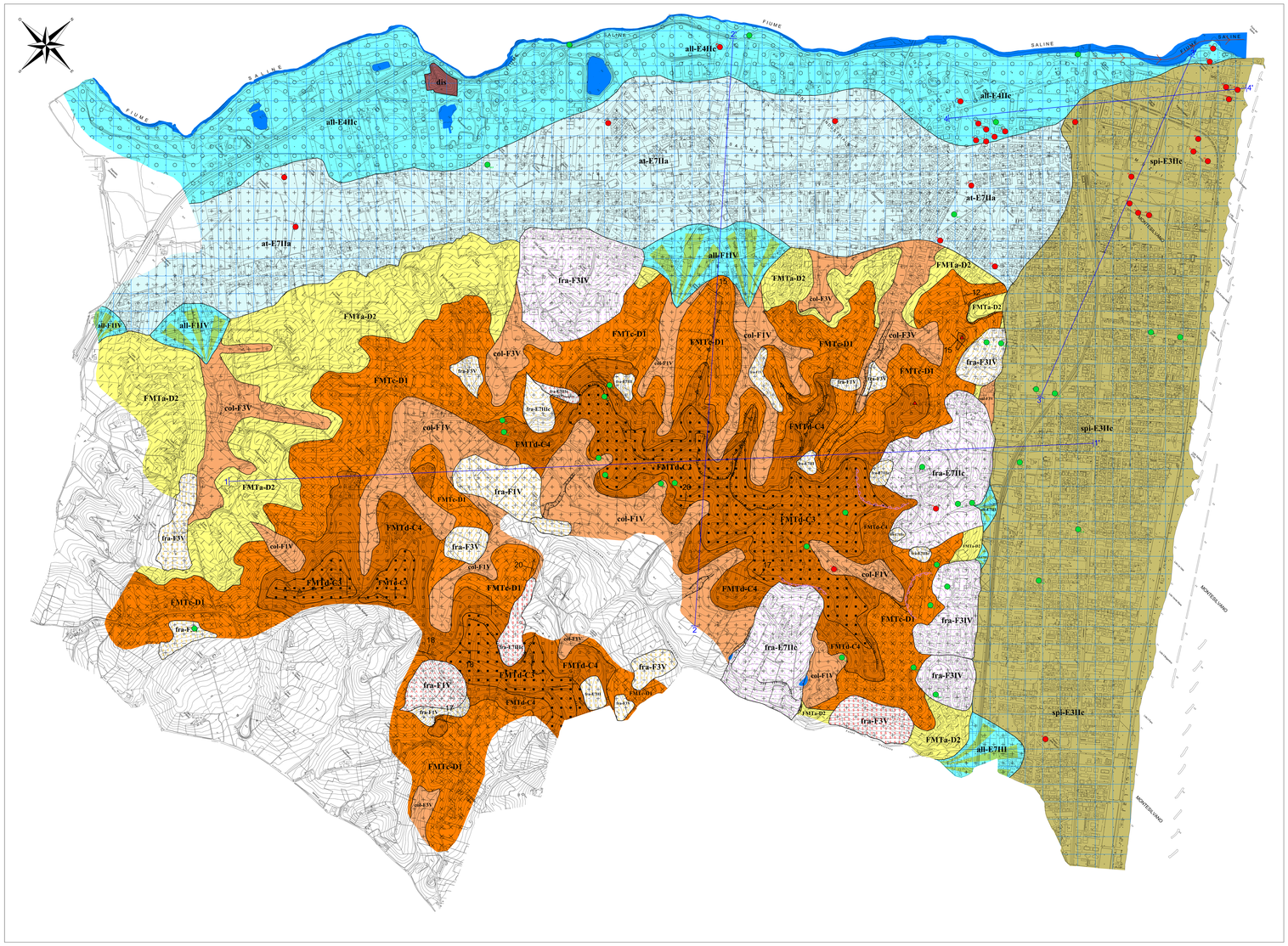
- Corso d'acqua perenne
- Spacco fluviale
- Area con falda a profondità dal p.c. < 15 m
- Profondità (m) del substrato (non rigido) raggiunto da sondaggio
- Profondità (m) di sondaggio che non ha raggiunto il substrato (rigido o non rigido)

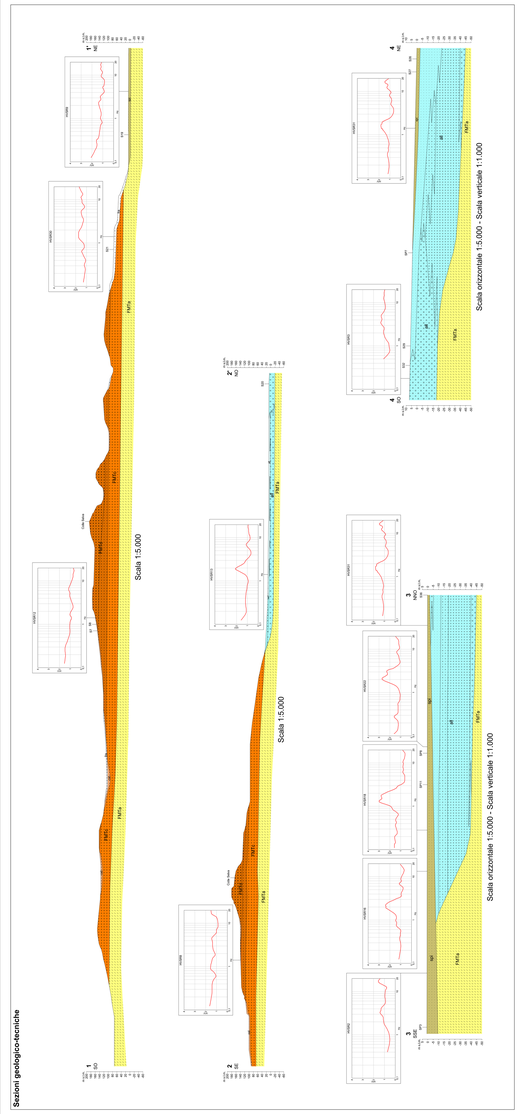
### CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

(CARTA GEOMORFOLOGICA - FOGLI DI 1:50 E - P.A.I.)

| Stato di attività: Attivo / Quiescente / Inattivo | Forme di superficie areali - Instabilità di versante |
|---|---|
| | Frana per scorrimento rotazionale/traslazionale |
| | Deformazioni superficiali lente |
| | Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana |
| | **Forme di superficie areali** |
| | Conoide alluvionale |
| Altezza scarpata: < 5 m / 5/20 m / > 20 m | **Forme di superficie lineari** |
| | Orlo di scarpata morfologica (naturale e di origine antropica) |
| | Cresta |
| | **Forme di superficie puntuali** |
| | Picco isolato |
| | **Forme sepolte lineari** |
| | Valle sepolta larga (C>0,25) |

0 100 200 300 400 500 600 700 800 m



UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA
PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
Dipartimento della Protezione Civile

REGIONE ABRUZZO

Attuazione dell'Art. 11 della Legge 24 Giugno 2009, n. 77
Attività di Prevenzione del Rischio Sismico - Microzonazione Sismica del Territorio Regionale
Progetto Cofinanziato con Fondi Comunitari POR FESR Abruzzo - 2007-2013 Asse IV – Attività IV.3.1

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e Frequenze di Risonanza

SCALA 1:5.000

Nel formato DIN A1 la scala originale è 1:5.000 – Nel formato DIN A3 la scala originale è 1:10.000

## REGIONE ABRUZZO

### Comune di Montesilvano (PE)

Validazione del Tavolo Tecnico MZS

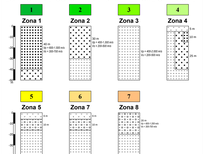
Tecnico incaricato: Dott. Geol. PALESTINI Christian

Collaboratore: Dott. Geol. PALMUCCI William

Data

## Legenda

### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI




Zona che necessita di ulteriori indagini ed approfondimenti per la verifica di instabilità per liquefazione in quanto sono presenti terreni limoso-sabbiosi dalla continuità laterale incerta ed è presente falda a profondità dal p.c. < 15 m

### Litologia dei terreni di copertura

Limi argillosi e sabbiosi da poco a moderatamente consistenti
Spessore massimo: 20 m

Ghiaie sabbiose e limi sabbiosi da moderatamente addensate ad addensate
Spessore massimo: 30 m

Limi sabbiosi e sabbie limose da poco a moderatamente consistenti
Spessore massimo: 10 m

Sabbie e sabbie limose da poco a moderatamente addensate
Spessore massimo: 12 m

### Litologia dei terreni del substrato geologico non rigido

Sabbie più o meno cementate ed arenarie deboli molto addensate
Spessore massimo: 80 m

Sabbie più o meno cementate e sabbie limose da addensate a molto addensate
Spessore massimo: 40 m

Limi argillosi ed argille limose da moderatamente consistenti a consistenti
Spessore massimo: 470 m

### ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITÀ

#### Instabilità di versante

FR Attiva | FR Quiescente | FR Inattiva

#### Liquefazione

LI1 Area con terreni prevalentemente sabbiosi e limoso-sabbiosi, con falda a profondità dal p.c. < 15 m

LI2 Area con terreni prevalentemente sabbiosi e limoso-sabbiosi, con falda a profondità dal p.c. < 15 m e con amplificazioni locali

### FORME DI SUPERFICIE

Orlo di scarpata morfologica
a: scl.m.
b: scl.v.

Cresta

Picco isolato

Conoide alluvionale

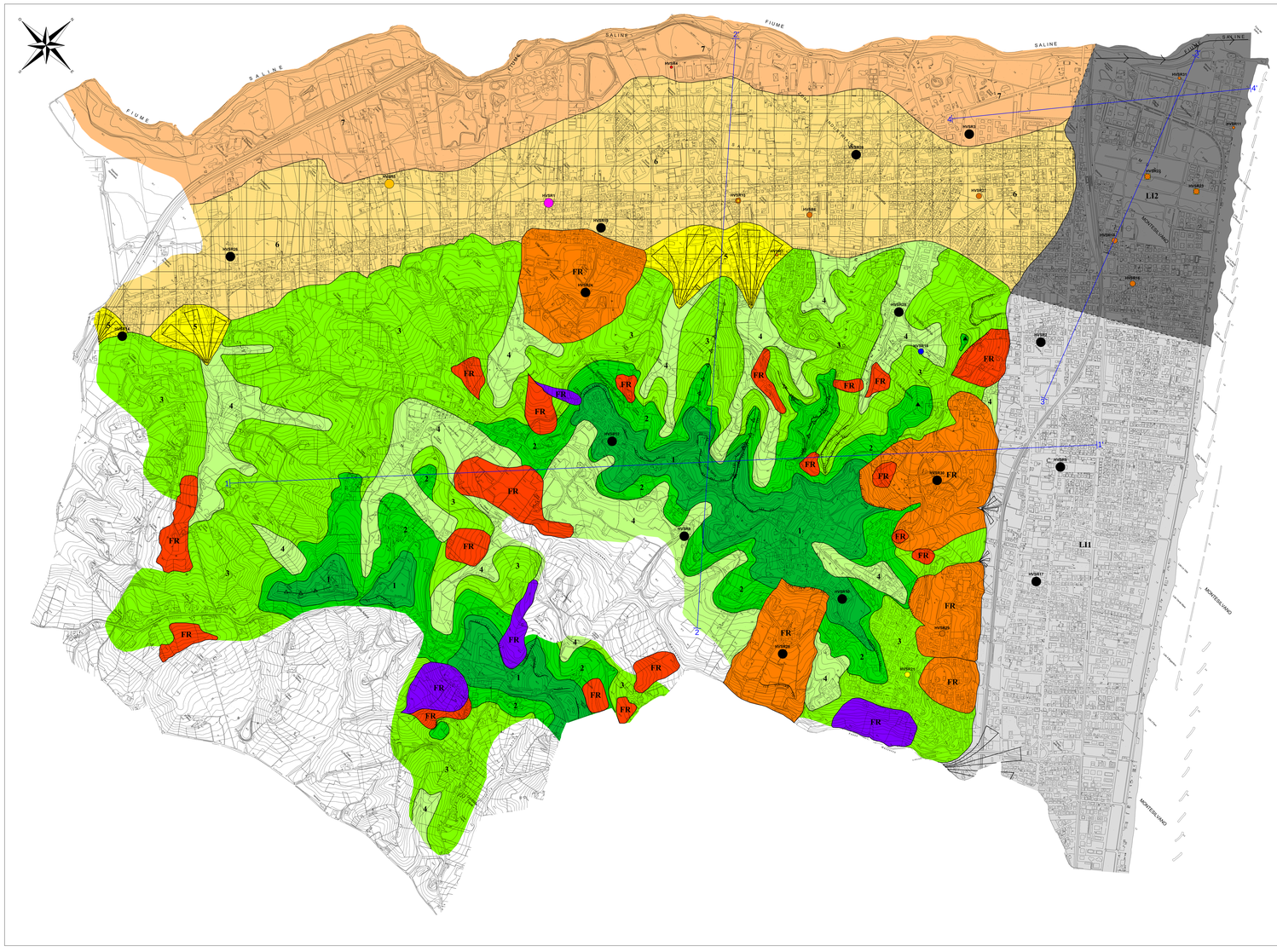
### FORME SEPOLTE

Valle sepolta larga (C=0,25)

**Frequenza fondamentale (F0) ed ampiezza del picco HV (A0)**

| F0 (Hz) | A0 |
|---|---|
| Nessun picco significativo | 1.1-1.9 |
| 0.5-0.9 | 2.0-2.9 |
| 1.0-2.4 | |
| 2.5-4.9 | 3.0-3.9 |
| 5.0-7.4 | |
| 7.5-9.9 | 4.0-4.9 |
| 10.0-14.9 | 5.0-10.0 |
| 15.0-20.0 | |

**Secondo picco (F1, A1)**

| F1 (Hz) | A1 |
|---|---|
| 0.5-0.9 | 2.0-2.9 |
| 1.0-2.4 | |
| 2.5-4.9 | 3.0-3.9 |
| 5.0-7.4 | |
| 7.5-9.9 | 4.0-4.9 |
| 10.0-14.9 | 5.0-10.0 |
| 15.0-20.0 | |

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 m