



Pomarance



Monteverdi
Marittimo

COMUNE DI POMARANCE
COMUNE DI MONTEVERDI MARITTIMO
Provincia di Pisa
PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE
ai sensi dell'art.94 della L.R. 65/2014

Sindaco del Comune di Pomarance:

Avv. Ilaria Bacci

Sindaco e assessore all'Urbanistica

del Comune di Monteverdi Marittimo:

Francesco Govi

Assessore all'urbanistica del Comune di Pomarance

Arch. Paola Pierotti

Responsabile del Procedimento PSI:

Arch. Roberta Costagli

Responsabile del Settore Tecnico

del Comune di Pomarance:

Arch. Roberta Costagli

Responsabili del Settore Tecnico

del Comune di Monteverdi Marittimo:

Arch. Davide Pedrini

Geom. Alessandro Guarguaglini

Garante dell'informazione e della partecipazione:

Arch. Silvia Ribechini

Progettazione Urbanistica

Valutazione Ambientale Strategica VAS

Arch. Graziano Massetani

STUDIO MASSETANI Architettura & Urbanistica

Collaboratori:

Pian. Terr. Fabio Mancini

Ing. Mattia Iannuzzi

Pian. Terr. Antoine Tallarico

Laureanda in Architettura Magistrale Veronica Braccini

Indagini agronomiche-forestali

P.F.M. S.r.l. Società tra professionisti

Dottore Agronomo Guido Franchi

Dottore Agronomo Federico Martinelli

Dottore Agronomo Caterina Poli

Indagini geologiche

Geoprogetti Studio Associato

Geol. Emilio Pistilli

Geol. Sergio Crocetti

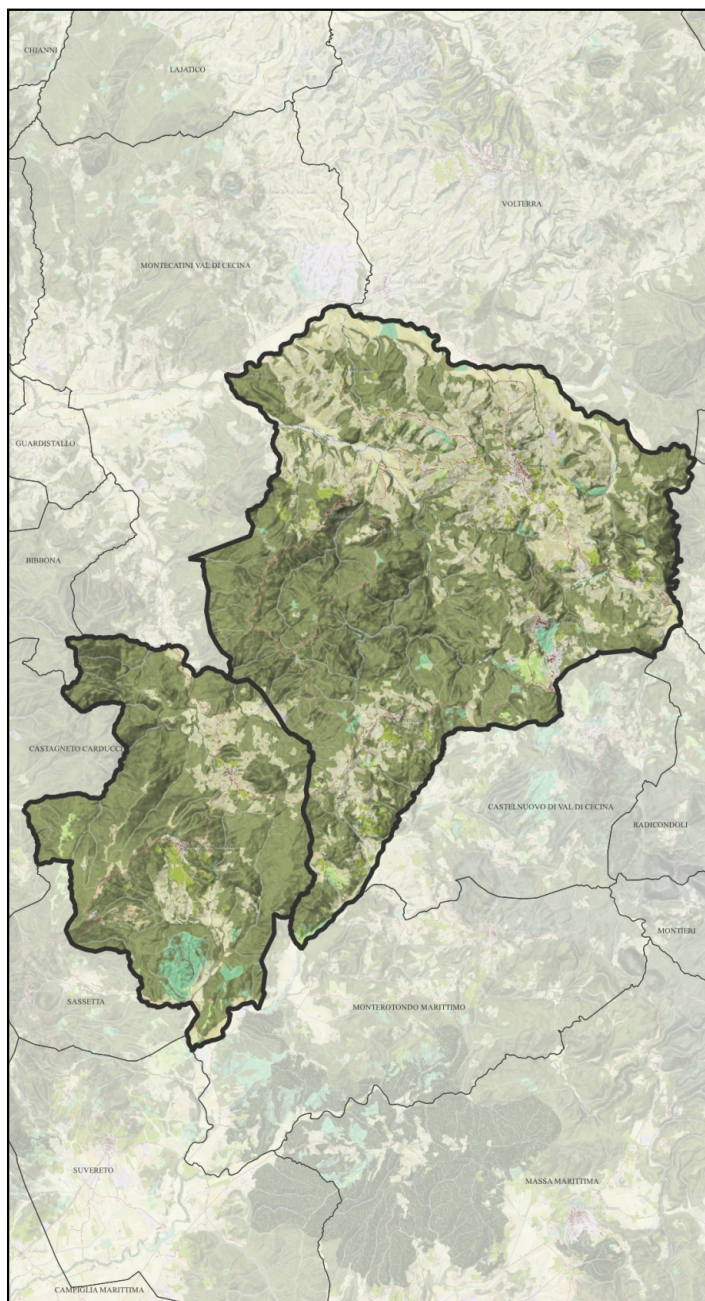
Indagini idrauliche

Ing. Alessio Gabbriellini

Indagini archeologiche

Archeotipo s.r.l.

Dott. Federico Salzotti



Adozione

Data: Febbraio 2024

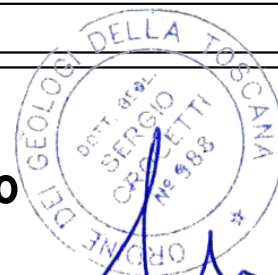
Approvazione

Scale:

Q.C.

07 Rel

Relazione geologica Monteverdi Marittimo



Comune di Pomarance-Monteverdi Marittimo
PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE

Relazione geologica relativa al comune di **Monteverdi Marittimo**
 ai sensi del D.P.G.R. 30/01/2020 n.5/R

1.- Premessa	4
2.- Metodologia d'indagine	4
3.- Elaborati grafici ed allegati.....	6
4.- Inquadramento geografico e climatico	7
5. - Caratteri storici e lineamenti fisici generali.....	8
6.- Carta Geologica - Tavole Q.C. 07 a6 - a7.....	11
6.1 - Assetto geologico e tettonico	12
6.2 - Stratigrafia	19
6.2.1 Unità della serie Toscana non metamorfica	20
6.2.2 Unità del Dominio Ligure	20
6.2.2.1 Unità ofiolitifera di Monteverdi M.mo - Lanciaia	20
6.2.2.2 Unità ofiolitifera di Castelluccio - Montaione	22
6.2.2.3 Unità ofiolitifera delle Argille a Palombini.....	22
6.2.3 Successione Neogenica del versante tirrenico	25
6.2.3.1 Formazioni Mioceniche	25
6.2.3.2.-Formazioni Plioceniche	27
6.2.4 Depositi Quaternari continentali, attuali e recenti	30
7.- Carta Geomorfologica - Tavola Q.C. 07 b6-b7	31
7.1 – Forme e depositi di origine antropica	35
7.2 - Forme, processi e depositi di origine fluviale.....	39
7.3 - Forme, processi e depositi di origine gravitativa.....	40
7.4 – Carta dei dissesti e delle aree di evoluzione per il territorio urbanizzato – Tavola Q.C. 07 b9.....	42
8.- Idraulica ed Idrogeologia	42
8.1 - Idrografia di superficie	42
8.2 - Assetto Idrogeologico	44
8.3 – La risorsa idrica nel comune - Pozzi e Sorgenti.....	45
8.4 – Carta Idrogeologica - Tavole Q.C.07 c6-c7	48
8.4.1 Tipologia acquiferi	49
8.5 – Aree in subsidenza da Progetto di PAI.....	50
9.- Carta della Pericolosità geologica – Tavola Q.C. 07 d6-d7.....	54

10.- Carta delle Indagini e dei Dati di Base - Tavola Q.C. 07 e2 e3 e4	54
10.1 – Le indagini Geofisiche	56
10.1.1 Esecuzione della campagna di misure di vibrazioni ambientali a stazione singola (HVSR)	56
10.1.2 Esecuzione della campagna sismica MASW	58
10.2 – La Geotermia.....	59
10.3 – Considerazioni sulla sismicità dell'area.....	61
11.- Carta Geologico-Tecnica - Tavola Q.C. 07f2	66
12.- Carta delle Sezioni Geologiche e Geologico Tecniche - Tavola Q.C. 07 g2.....	67
12.1 – Monteverdi.....	68
12.2 – Canneto	69
13.- Carta della Frequenza Fondamentale dei depositi - Tavola Q.C. 07 h2	71
13.1 – Monteverdi.....	71
13.2 – Canneto	73
14.- Carta delle MOPS e delle colonne MOPS – Tavola Q.C. 07 i2	75
14.1 – Zone stabili.....	76
14.2 – Zone stabili suscettibili di amplificazione totale.....	77
14.3 – Zone di attenzione per instabilità di versante ZAfr.....	78
14.4 – Considerazioni sulla suscettibilità alla liquefazione	79
15.- Carta di Microzonazione Sismica di livello 2 – Tavole Q.C. 07 m2, Q.C. 07 n2, Q.C. 07 o2...	80
16.- Carta della Pericolosità Sismica - Tavola Q.C. 07 p2.....	83
17.- Salvaguardie del Territorio	85
17.1 – Salvaguardie dell'assetto idraulico	85
17.1.1 Riduzione del rischio idraulico	85
17.1.2 Impermeabilizzazioni.....	85
17.1.3 Fognature	86
17.1.4 Reticolo idrografico minore	86
17.1.5 Manutenzione e ripristino dei corsi d'acqua	86
17.1.6 Realizzazione di locali interrati.....	87
17.1.7 Viabilità.....	87
17.2 – Salvaguardie dell'assetto idrogeologico	87
17.2.1 Pozzi.....	87
17.2.2 Protezione della risorsa idrica	88
17.2.3 Caratteristiche dei terreni per lo scarico sul suolo di reflui domestici.....	88
17.2.4 Utilizzazione agronomica	89
17.3 – Salvaguardie dell'assetto geomorfologico	89
17.3.1 Modellamenti morfologici	89

17.3.2 Metodi di coltivazione del suolo	90
17.3.3 Programmi Aziendali Pluriennali di Miglioramento Agricolo Ambientale	90
18.- Criteri generali di trasformabilità e indirizzi per il piano operativo definiti ai sensi del DPGR 30/01/2020 n.5/r	90
18.1 – Criteri generali in relazione agli aspetti geologici	90
18.1.1 Aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4).....	90
18.1.2 Aree caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3).....	91
18.1.3 Aree caratterizzate da pericolosità geologica media (G2)	92
18.1.4 Aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1)	92
18.2 – Criteri generali in relazione agli aspetti sismici.....	92
18.2.1 Aree caratterizzate da pericolosità sismica molto elevata (S4).....	92
18.2.2 Aree caratterizzate da pericolosità sismica elevata (S3).....	95
18.2.3 Aree caratterizzate da pericolosità sismica media (S2)	96
18.2.4 Aree caratterizzate da pericolosità sismica bassa (S1).....	96
18.3 – Criteri generali in relazione al rischio di alluvioni	96
18.4 – Criteri generali di fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica	97
18.4.1 Piano di Gestione Acque delle acque e dei corpi idrici sotterranei del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale (Pdg).....	97
19.- CONCLUSIONI	98

RELAZIONE GEOLOGICA

1 - PREMESSA

La presente relazione riferisce circa gli esiti delle indagini geologiche redatte a supporto del Piano Strutturale Intercomunale di Pomarance e Monteverdi Marittimo, per la parte riguardante il territorio comunale di Pomarance.

Gli studi sono stati condotti unitamente al Collega Emilio Pistilli (Raggruppamento Temporaneo di Professionisti del 13 settembre 2021) che ha curato la parte di indagini per il territorio comunale di Pomarance.

Per semplicità e praticità di consultazione, tenendo anche conto che i due territori si distinguono per i differenti caratteri geologici, geomorfologici e sismici, è stato deciso di tenere distinte sia le relazioni che le varie cartografie. Per queste ultime è stata comunque verificata la congruenza e la continuità dei tematismi riprodotti.

A seguito dell'incarico ricevuto in data 09/07/2021 con Determinazione n. 192 - CIG ZD132095CA - del Comune di Pomarance, lo studio è stato condotto in ottemperanza del Decreto del Presidente della Giunta Regionale del 30/01/2020 n.5/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014 , n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche , idrauliche e sismiche", del Progetto di Piano Assetto Idrogeologico e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), entrambi del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Gli approfondimenti relativi agli aspetti idraulici sono stati condotti dall'Ing. Alessio Gabrielli, che ha verificato le portate critiche di alcuni corsi d'acqua, nei tratti di interesse, definendo le aree interessate dalle potenziali esondazioni, da cui discendono le definizioni di pericolosità idraulica rappresentate negli elaborati dello studio idrologico-idraulico.

2 - METODOLOGIA D'INDAGINE

Lo studio del territorio comunale è stato condotto approfondendo il quadro delle conoscenze già disponibili, rappresentate dalle indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale approvato con D.C.C. n.02 del 04/03/2009, redatto ai sensi D.P.G.R. 26/R; Regolamento Urbanistico, approvato con D.C.C. n.07 del 22/03/2013, redatti ai sensi del D.P.G.R 26/R.

Per la caratterizzazione litotecnica dello spessore di terreno significativo ai fini della pianificazione urbanistica, i dati già a disposizione sono stati integrati con quelli estratti da indagini

di supporto ad interventi edilizi specifici, reperiti presso gli archivi dell'Ufficio Tecnico Comunale e del Geol. Sergio Crocetti.

Il quadro conoscitivo e normativo di strumenti sovraordinati è invece rappresentato da:

- Cartografie e norme del PAI Bacino Fiume Arno, del PAI Bacino Toscana Costa e del Progetto di Piano - PAI "dissesti geomorfologici" relativamente agli aspetti geomorfologici;
- Cartografie e norme del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), relativamente agli aspetti idraulici.

Ulteriori dati a disposizione sono estraibili da:

- Database geologico del Continuum regionale;
- Database ISPRA per pozzi e sondaggi profondi;
- Catalogo frane IFFI;
- Geoportale Nazionale;
- Mappatura radar satellitare della Regione Toscana;
- Database Regione Toscana demanio Idrico (pozzi, sorgenti, concessioni etcv)

Il comune di Monteverdi M.mo, non era ancora dotato di studi di microzonazione sismica di primo livello. In conseguenza dell'aggiornamento del quadro conoscitivo geomorfologico, che ha costituito anche aggiornamento alle cartografie dell'Autorità Distrettuale, e dell'acquisizione di nuovi dati geognostici e sismici, come richiesto dalla normativa, si è provveduto alla redazione dello studio di microzonazione di I e II livello, con la restituzione delle cartografie dei fattori di amplificazione sismica per i diversi periodi di riferimento. Sulla base degli studi eseguiti è stata quindi redatta la carta di pericolosità sismica.

Relativamente agli aspetti geomorfologici e della pericolosità geologica, oltre ad una revisione in stereoscopia delle foto aeree (voli del 1982, 1988, 1993 e 1996 forniti dalle ditte C.G.R. di Parma e Rossi di Firenze), sono stati eseguiti una serie di sopralluoghi per verificare l'evoluzione dei dissesti già individuati nelle precedenti cartografie per definirne meglio il perimetro e le fasce di influenza, nonché effettuati degli aggiornamenti.

Tutti i dati acquisiti sono stati riportati in cartografia utilizzando la base cartografica regionale più dettagliata a disposizione, e predisposti per l'aggiornamento del quadro conoscitivo del PAI.

Le perimetrazioni sono state recepite dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, come da parere n.9041/2023 del 10/10/2023, sia per gli aspetti geomorfologici che per quelli della pericolosità geologica e costituiscono aggiornamento del relativo quadro conoscitivo.

Tutti i dati raccolti nell'ambito del presente lavoro sono stati strutturati in ambiente GIS utilizzando il software free *Qgis*.

3 - ELABORATI GRAFICI ED ALLEGATI

Tutte le carte tematiche di base sono state elaborate alla scala del massimo dettaglio disponibile, utilizzando le ortofoto messe a disposizione sul sito della Regione Toscana, la C.T.R. 1:2.000 per i centri abitati, dove disponibile, e la C.T.R. 1:10.000 per l'intero territorio comunale.

La restituzione è stata realizzata in scala 1:10.000 per l'intero territorio (suddiviso in n.2 quadranti Nord e Sud) e 1:2.000 (per il territorio urbanizzato).

L'elenco degli elaborati prodotti è il seguente:

Q.C. 07 a6-a7	Carta Geologica	1:10.000
Q.C. 07 b6-b7	Carta Geomorfologica	1:10.000
Q.C. 07 b9 .	Carta Geomorfologica del Territorio Urbanizzato	1:2.000
Q.C. 07 c6-c7	Carta Idrogeologica	1:10.000
Q.C. 07 d6-d7	Carta della Pericolosità geologica	1:10.000
Q.C. 07 e2-e3	Carta delle Indagini e dei Dati di Base	1:10.000
Q.C. 07 e4	Carta delle Indagini e dei Dati di Base	1:2.000
Q.C. 07 f2	Carta Geologico Tecnica	1:2.000
Q.C. 07 g2	Carta delle Sezioni Geologiche e Geologico Tecniche	grafica
Q.C. 07 h2	Carta delle Frequenze fondamentali dei depositi	1:2.000
Q.C. 07 i2	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) e colonne MOPS	1:2.000
Q.C. 07 m2	Carta di Microzonazione Sismica – FA 0.1-0.5	1:2.000
Q.C. 07 n2	Carta di Microzonazione Sismica – FA 0.4-0.8	1:2.000
Q.C. 07 o2	Carta di Microzonazione Sismica – FA 0.7-1.1	1:2.000
Q.C. 07 p2	Carta della Pericolosità Sismica Locale	1:2.000

I tabulati ed i dati delle indagini riportate nelle Tavole **Q.C. 07 e2-e3-e4** (Carta delle

Indagini e dei Dati di base) sono racchiusi negli allegati contenuti nelle cartelle digitali **Q.C. 07 q2-q3** "Banca Dati Indagini comunali" e "Banca Dati Indagini T.U."

Gli aspetti relativi alla pericolosità idraulica sono stati interamente sviluppati dall'Ing. Idraulico Alessio Gabrielli.

4 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CLIMATICO

L'area del comune di Monteverdi M.mo è situata nella parte centro-occidentale della Regione Toscana ed appartiene alla Provincia di Pisa. Il territorio comunale è interamente contenuto nel quadrante 119 (Massa Marittima) della Carta d'Italia 1:100.000.

Nella cartografia tecnica regionale l'area del comune di Monteverdi Marittimo interessa i fogli in scala 1:10.000 di seguito elencati:

294160, 295130, 295140,
305040, 306010, 306020,
305080, 306050, 306060,

Il Comune di Monteverdi Marittimo, si estende per una superficie poco inferiore ai 100 kmq su di un territorio in larga parte sub-montano compreso fra l'alta valle del Fiume Sterza (affluente di Fiume Cecina) e quella del Cornia, nell'immediato entroterra del litorale tirrenico, al confine con le Colline Metallifere.

La vocazione paesaggistica e scenografica della zona è segnata da un aspetto montuoso dei luoghi che, accompagnato dalla fitta successione offerta dalle quinte collinari e modellata nei due ampi anfiteatri naturali formati dai bacini dello Sterza e del Massera, degradando e discendendo progressivamente verso i fondi valle pianeggianti, offre ampi campi visivi.

Un territorio dove la scarsa incidenza dell'attività antropica, unita alla presenza diffusa di boschi (di leccio, sughero, castagno, macchia mediterranea), accanto ai numerosi corsi d'acqua ed alle fonti, ha permesso di conservare un quadro ambientale quasi intatto e di grande valenza naturale ed ecologica, capace di mantenere nel loro habitat naturale esemplari e specie di flora e fauna tipici della fascia costiera tirrenica.

Il clima è legato a fattori meteorologici che interessano il bacino Ligure-Tirrenico e secondo la classificazione di *Thorntwaite* (1948), riferendosi alla stazione di Sassetta, corrisponde ad un clima "temperato-umido" con moderata deficienza idrica estiva ed un regime termico definito secondo mesotermico con evapotraspirazione estiva intorno al 50% del totale con deficit

pronunciato fra luglio ed agosto. Tuttavia lo stato del tempo è influenzato dallo scambio energetico con il vicino mare e localmente dall'orografia delle colline metallifere e dei Monti che circondano la Val di Cornia.

Vista la conformazione territoriale i venti dominanti sono quelli del primo quadrante (Grecale e Levante) che soffiano per gran parte dell'anno, ed abbassano notevolmente le temperature nel periodo invernale. Durante la stagione più calda (da Maggio ad Agosto) predominano i venti di mare dei quadranti occidentali (Ponente, Maestrale). La zona della pianura del Cornia non essendo protetta dai rilievi risente maggiormente dell'azione dei venti marini provenienti da Sud (Libeccio).

Dall'elaborazione dei dati delle stazioni di rilevamento termo-pluviometriche di Molino del Balzone, Castagneto Carducci, Sassetta e Canneto, risulta che la media annuale delle temperature è circa 15°. Le temperature medie più alte si registrano nel mese di Luglio con 24° e le minime in Gennaio intorno ai 3°; la media annuale delle temperature massime è di oltre 18° e quella delle minime è di circa 11°.

Per quanto concerne le precipitazioni la media annua oscilla fra gli 850 mm ed i 1050 mm.

Le piogge presentano un massimo in autunno con 300-400 mm ed un minimo in estate con 80-90 mm; in primavera la piovosità decresce fino al mese di Giugno, a Luglio tocca i valori minimi (25 mm), da Agosto fino a Novembre tornano a crescere. In totale i giorni di pioggia nell'arco dell'anno risultano poco superiori ad 80.

5 - CARATTERI STORICI E LINEAMENTI FISICI GENERALI

Dal punto di vista storico il territorio monteverdino appare abitato fin dai tempi più antichi: inserito in una regione ampiamente colonizzata dagli Etruschi e dai Romani, che la battezzarono con il nome di "*Iulia Ossequiosa*", rimase però scarsamente abitata ed urbanizzata fino all'Alto Medioevo. La vera storia di Monteverdi inizia nel 754 con la fondazione della Badia di San Pietro in Palazzuolo da parte di un manipolo di monaci benedettini guidati dal nobile longobardo San Walfredo; da questo momento si assiste ad un processo di espansione territoriale, economica e politica che porta ad un accrescimento demografico ed allo sviluppo edilizio di Monteverdi, Caselli, Gualda e Canneto.

Dal 1340 l'intero territorio (feudo) passa sotto la soggezione della città di Volterra. Nonostante il declino dell'antica Badia, i centri di Monteverdi e Canneto, restaurati e dotati di fortificazioni solide, vengono ad assumere un'importanza crescente fino ad assumere una dimensione civica autonoma che li porta a dotarsi di un proprio statuto comunale.

Nel 1472 Monteverdi ed il suo territorio diventano parte della Repubblica di Firenze. Nel 1860, dopo la breve parentesi della dominazione francese, Monteverdi diventa infine Comune

autonomo, giungendo ad amministrare, nel 1931, fino ad un massimo di 1957 abitanti, di gran lunga superiori rispetto ai circa 800 attuali. Nel 1920 fu aggiunto l'appellativo di "Marittimo" come ad altre località collinari della costa Toscana in "vista" del mare (Massa, Rosignano, Casale, Monterotondo, ecc.).

Il territorio del Comune di Monteverdi Marittimo ha confini amministrativi solo a tratti naturali; a nord il confine con Montecatini V.C. è segnato dal Botro del Confine ed a nord-est dal Torrente Ritasso, rispettivamente affluenti di sinistra e di destra del Torrente Sterza (solo in un tratto il confine si discosta dal *talweg* del Torrente Ritasso per includere nel territorio comunale i Poderi Gabro, i Sorbi, la Redenzione e la Miniera).

Ad est il confine con il Comune di Pomarance si discosta per un tratto dai confini naturali (zona Podere Steccaia, Podere Perete, Poggio Bicchardo) ed attraversando la s.s. 329 si raccorda per un tratto al percorso del Botro del Guardigiano, affluente del Fiume Cornia.

A sud il confine con Sassetta coincide con il limite fra le province di Pisa e di Grosseto ed è marcato dal Fiume Cornia, dai Torrenti Màssera e Lodano e dal Botro di Cornazzano (tributario di sinistra del Lodano).

Ad ovest il confine con il Comune di Castagneto Carducci (e quindi con la Provincia di Livorno) è segnato in gran parte dal *talweg* del Torrente Sterza, da cui si discosta per oltre 2 Km (da località il Morticino fino al Guado alla Lastra), per includere il crinale panoramico compreso fra Le Ville e Il Nicchio. Più a valle il confine con Castagneto si discosta nuovamente dal tracciato del Torrente Sterza e attraversando il Poggio Passonaia (m. 438 s.l.m.) giunge al *talweg* del Botro Rivivo - che segue fin quasi alle scaturigini - per poi raccordarsi allo spartiacque che delimita il confine fra la Val di Sterza e la valle di Bolgheri.

Il Poggio Tre confini (m. 444 s.l.m.) marca i confini fra i Comuni di Monteverdi M.mo, Castagneto Carducci e Bibbona e dalla cima verso nord si snoda il crinale di confine Monteverdi-Bibbona che - attraverso le culminazioni di Poggio ai Tuoni (m. 498 s.l.m.), Poggio alla Nocca (m. 538 s.l.m.), Poggio delle Carbonare (m. 554 s.l.m.) - raggiunge il punto triplo di confine fra i Comuni di Monteverdi, Bibbona e Montecatini V.C..

Il territorio del Comune di Monteverdi Marittimo è compreso fra due vallate del Fiume Cecina a nord e del Fiume Cornia a sud, entrambe con sbocco autonomo al mare.

Il Cornia è il confine comunale per un tratto di circa 3 Km, mentre il Cecina non tange direttamente il territorio comunale di Monteverdi, ma ne occupa una vasta area essendo l'alta valle del Torrente Sterza (tributaria del Fiume Cecina) compresa all'interno del suo bacino imbrifero.

Lo spartiacque fra le valli del Cecina e del Cornia è segnato per un lungo tratto, dal Km 18 nei pressi di Canneto al Km. 27 nei pressi di Casa Matronale, dal tracciato della ex s.s. n. 329 di

Bocca di Valle. Quest'ultima segue lo spartiacque fra il Torrente Ritasso (valle del Cecina) e il Torrente Masserella (valle del Cornia) anche nel tratto in località Steccaia, in direzione Serrazzano, a sud-est del Monte di Canneto.

La rete idrografica all'interno del territorio comunale si dirama a nord e a sud dello spartiacque fra i bacini imbriferi delle valli Cecina-Cornia, tramite i due bacini del Torrente Sterza e affluenti (Torrente Sterzola, T. Rinotri, T. Ritasso, Botro la Vetrice) e del Torrente Màssera e tributari (Torrente Masserella, T. Balconao, T. Lodano). Soltanto un limitato settore sud-orientale del territorio comunale, corrispondente alla zona della Fattoria Consalvo e alla macchia del Fontino, gravitano, dal punto di vista idrografico, direttamente nel bacino imbrifero del Fiume Cornia, tramite 3 affluenti di destra minori (Botro del Fontino, Botro dei Sugherelli, Botro di Consalvo - S. Marco).

I due centri abitati del Comune, Monteverdi e Canneto, distano 3 Km in linea d'aria ed occupano una posizione centrale nel territorio comunale, ubicati come sono nei pressi dello spartiacque principale fra le valli del Cecina a nord e del Cornia a sud.

Da segnalare il notevole sviluppo urbanistico avuto negli ultimi anni intorno alla località di Gualda - Poggio Castelluccio, tale da renderlo una terza frazione del Comune.

Prevalentemente collinare-montuoso e boschivo, il territorio comunale di Monteverdi si trova in gran parte compreso nella fascia altimetrica dei 300 metri di altezza s.l.m. con le culminazioni morfologiche più importanti comprese nella fascia fra i 200 e i 550 metri s.l.m.:

- Poggio Aja Assenzio: m. 597 s.l.m.
- Poggio Carbonare: m. 551 s.l.m.
- Poggio alla Nocca: m. 538 s.l.m.
- Poggio Boccanera: m. 492 s.l.m.
- Poggio alle Razzine: m. 511 s.l.m.
- Poggio Casaloni: m. 483 s.l.m.
- Poggio di Acquaferrata: m. 314 s.l.m.
- Monte di Canneto: m. 555 s.l.m.
- Poggio al Cerro: m. 421 s.l.m.
- Poggio Capanne: m. 392 s.l.m.
- Poggio Castelluccio: m. 440 s.l.m.
- Poggio della Badia: m. 347 s.l.m.
- Poggio Le Cerrete: m. 291 s.l.m.
- Macchia Lupaia: m. 203 s.l.m.
- Poggio di S. Martino: m. 248 s.l.m.

Le aree originariamente destinate all'agricoltura sono ubicate nella zona di Canneto e - a nord del paese - lungo la Strada Provinciale della Gabella. A sud di Monteverdi, nella valle del T. Mässera e nei limitati tratti pianeggianti dei fondovalle del T. Mässera, del Fiume Cornia e del T. Lodano.

L'intero territorio non presenta zone a destinazione artigianale ed industriale, ad esclusione delle isolate aree a supporto dell'attività geotermica (centrali e piattaforme di perforazione) ubicate in prossimità del Monte di Canneto.

Una notevole valenza ambientale ed ecologica riveste la "Riserva naturale di Monterufoli e Caselli" gestita dalla Comunità Montana della Val di Cecina. Le Oasi si estendono per più di 1500 ettari nella porzione nord del territorio comunale; esse rappresentano un eco-sistema di grandissimo valore ed interesse per l'integrità e le qualità delle sue caratteristiche ambientali, naturali e storiche.

6 - CARTA GEOLOGICA - TAVOLE Q.C. 07 a6 - a7

Lo studio geologico è stato impostato partendo dall'esame dei lavori, a carattere generale, già condotti sul territorio comunale tra i quali, oltre all'indagine geologico-tecnica svolta a supporto del vigente P.S, citiamo:

- ❖ Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 – Foglio 119 (Massa Marittima);
- ❖ Carta Geologica della Zona di Monteverdi M.mo – Canneto (Pi) a cura di Renzo Mazzanti del 1966;
- ❖ Carta Geologica della Provincia di Livorno a Sud del Fiume Cecina in scala 1:25.000 di corredo ai Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno vol.13 –Suppl. 2 redatta da Costantini et al. 1993;
- ❖ Carta Geologica di corredo all'attuale P.S.-R.U. del Comune di Monteverdi M.mo in scala 1:10.000 redatta nel 1998 da S. Crocetti – G. Lari;
- ❖ Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 – Foglio 306 (Massa Marittima) e 295 (Pomarance) del 2002;
- ❖ Carta Geologica-Tecnica della Provincia di Pisa in scala 1:10.000 del 2004 fornita dal S.I.T.I. (rilevamento CARG);
- ❖ Continuum della Carta Geologica Regionale;
- ❖ Atlante dei Centri Abitati Instabili della Toscana di P. Canuti, P. Focardi, R. Nardi & A. Puccinelli – Pubblicazione CNR – GNDCI N.2143 2000.
- ❖ Studio idrogeologico e Geomorfologico dei Bacini dei Fiumi Cecina e Fine redatto dal Dipartimento di scienze della Terra dell'Università di Pisa.

Hanno costituito inoltre integrazione ai succitati rilievi le osservazioni condotte durante indagini puntuali che hanno consentito di aggiungere ulteriori dettagli rispetto al quadro delle conoscenze.

6.1 - ASSETTO GEOLOGICO E TETTONICO

Il territorio comunale di Pomarance-Monteverdi M.mo è ubicato nella parte settentrionale delle Colline Metallifere e rientra dal punto di vista geologico e tettonico nel contesto orogenetico dell'Appennino Settentrionale, catena che si è corrugata nell'Oligocene.

Nella zona di interesse in seguito alla collisione tra il margine continentale europeo e quello adriatico, si sviluppa una tettonica a *thrust*, caratterizzata da scorrimenti verso Est delle Unità Toscane prima, e di quelle Umbro-Marchigiane poi, ricoperte dalle Unità Liguri.

Il sollevamento della catena appenninica, avvenuto progressivamente da Ovest verso Est, è stato seguito (dal Miocene superiore al Pleistocene) da movimenti tettonici che hanno portato, in un primo momento, alla formazione della cosiddetta "Serie ridotta" nella Toscana meridionale. Uno dei casi di Serie ridotta è rappresentato in Val di Cecina dalla sovrapposizione delle liguridi direttamente sulle formazioni calcaree della Serie Toscana.

In un secondo momento, a partire dal Tortoniano, il settore crostale corrispondente al margine tirrenico dell'Appennino, sottoposto ad una dinamica di progressivo assottigliamento in un regime tettonico di tipo distensivo, iniziò a fratturarsi e l'edificio a falde venne tagliato e smembrato verticalmente in una serie di blocchi rialzati (horst) e abbassati (graben) reciprocamente delimitati da faglie normali a geometria listrica. Si formarono in tal modo alcune fosse tettoniche subparallele orientate in direzione appenninica (NW-SE) che divennero inizialmente sede di bacini continentali (nei quali si sviluppano ambienti deposizionali di tipo fluvio-lacustre) per poi evolvere in bacini marini, col proseguire della distensione e dello sprofondamento (Fig. 1).

La formazione delle fosse tettoniche non avviene in modo sincrono in tutta la Toscana meridionale, ma migra progressivamente da W a E accompagnata da fenomeni magmatici sia intrusivi che effusivi.

In questo contesto strutturale nasce il graben corrispondente al Bacino di Volterra all'interno del quale si sono depositate le formazioni che affiorano nella parte settentrionale del territorio comunale di Pomarance. Il suddetto bacino è compreso tra due horst: la Dorsale Medio Toscana (ad Est) e la Dorsale Peritirrenica (ad Ovest).

Secondo recenti ricostruzioni il sollevamento relativo della Dorsale Medio Toscana determinò la riesumazione di parte del substrato "Toscano" e la conseguente esposizione in superficie delle formazioni evaporitiche del Trias sup. (Anidriti di Burano).

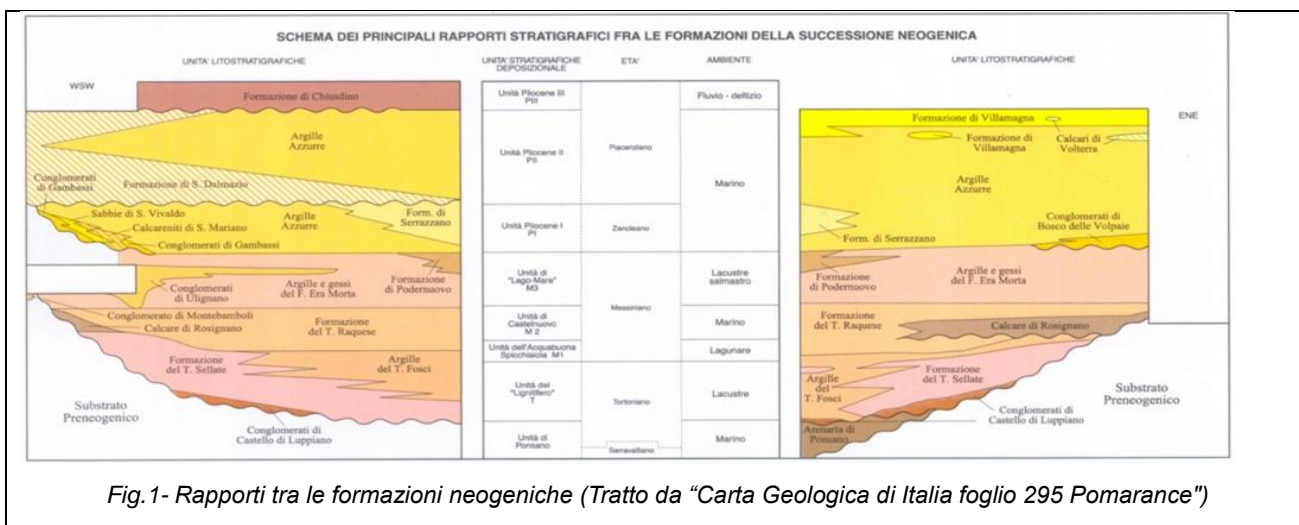


Fig. 1- Rapporti tra le formazioni neogeniche (Tratto da "Carta Geologica di Italia foglio 295 Pomarance")

Contemporaneamente alla nascita del graben si sono succeduti vari episodi sedimentari (Fig. 2).

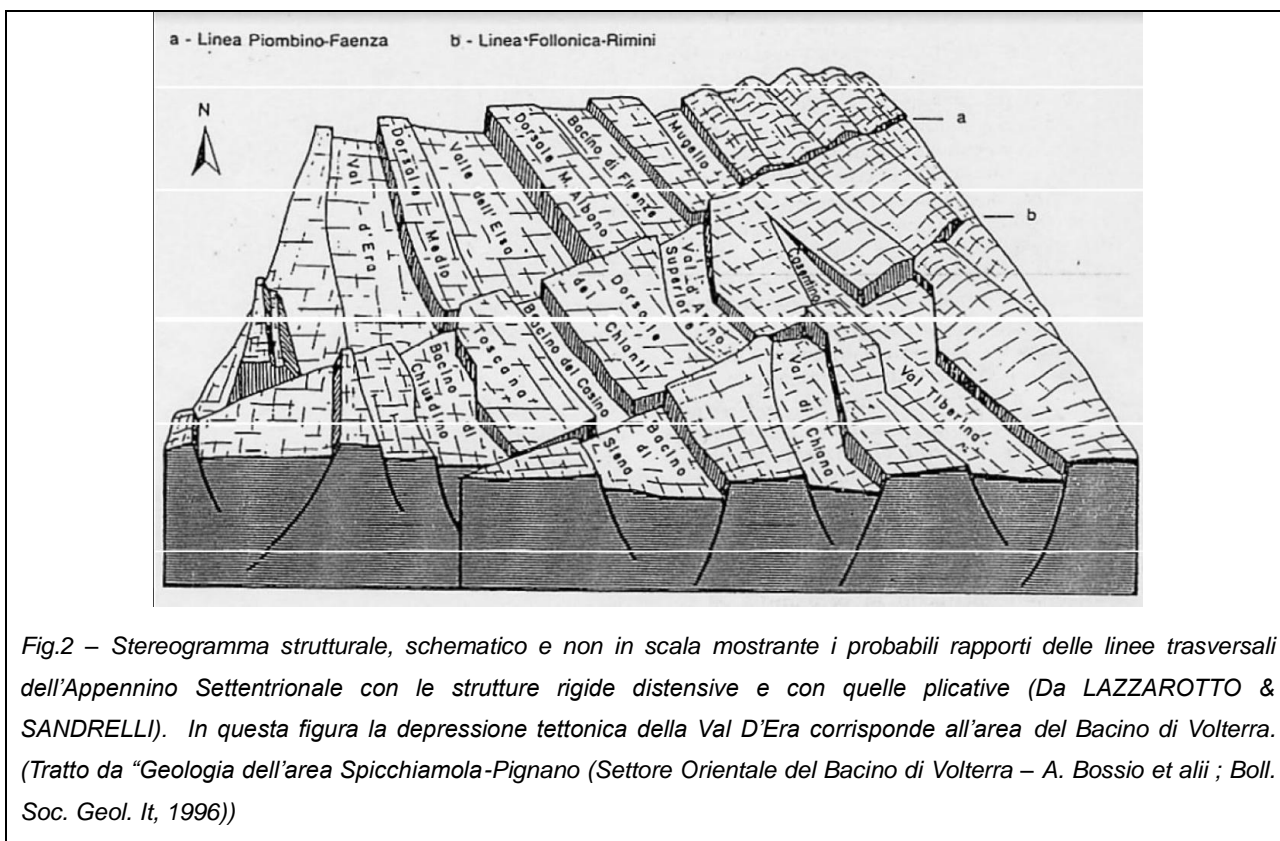


Fig.2 – Stereogramma strutturale, schematico e non in scala mostrante i probabili rapporti delle linee trasversali dell'Appennino Settentrionale con le strutture rigide distensive e con quelle plicative (Da LAZZAROTTO & SANDRELLI). In questa figura la depressione tettonica della Val D'Era corrisponde all'area del Bacino di Volterra. (Tratto da "Geologia dell'area Spicchiarella-Pignano (Settore Orientale del Bacino di Volterra – A. Bossio et alii ; Boll. Soc. Geol. It, 1996))

Il ciclo più antico si realizza nel Tortoniano inferiore in ambiente marino; la subsidenza prosegue e nel Messiniano inferiore si instaura un dominio prima lacustre, poi lagunare salmastro, dovuto all'aprirsi di nuove vie di comunicazione tra il Bacino di Volterra e il Mar Tirreno, che porta

alla deposizione di varie litologie prima conglomeratiche poi argilloso marnoso e subordinatamente gessose.

In questa fase (7-6 Ma) ai depositi di tipo continentale si sovrapposero in discordanza sedimenti di tipo marino (calcarei di scogliera, sabbie e argille), depositi caratteristici della prima ingressione marina, che si estendono fino all'odierno spartiacque con la Val d'Elsa, rappresentato dalla Dorsale Medio Toscana.

A partire dal Messiniano (6 Ma), in seguito ad un cambiamento del clima in senso arido e all'attenuazione delle connessioni tra l'Oceano Atlantico e il Mediterraneo, i bacini furono interessati da un notevole incremento della salinità a cui fece seguito la deposizione di cospicui spessori di rocce evaporitiche tra cui strati e banchi di gesso e, nelle zone più centrali dei bacini interessati dal fenomeno (ossia ove la concentrazione salina raggiungeva livelli più elevati), lenti di salgemma che attualmente formano strati intercalati ai sedimenti miocenici.

La situazione di crisi idrologica del Mediterraneo terminò con l'inizio del Pliocene inf. (Zancleano: 5,3 Ma) con la riapertura delle connessioni stabili con l'Oceano Atlantico che riportarono condizioni di mare aperto a salinità normale e la ripresa della sedimentazione marina a cui si accompagnò un approfondimento delle depressioni tettoniche che favorì la deposizione di depositi argillosi (Argille Azzurre).

L'espansione del dominio marino non avviene in sincronia ovunque, così che i sedimenti del Pliocene inferiore si appoggiano o ai depositi miocenici o direttamente al substrato premiocenico. La trasgressione, come già detto, trova le sue cause nel ripristino delle comunicazioni tra l'Atlantico e il Mediterraneo e nei fenomeni di subsidenza (Bossio et alii 1996).

In seguito l'evoluzione del bacino non è più univoca: nella parte a Nord del fiume Cecina la sedimentazione rimane continua fino al Pliocene medio; nella parte a Sud del Cecina è discontinua e si distinguono due cicli: uno del Pliocene inferiore ed uno del Pliocene medio. I due cicli sono separati da un periodo di emersione che interessò un po' tutta l'area meridionale del graben, e che fornì abbondante materiale clastico che finì nelle aree più settentrionali dove lo ritroviamo sotto forma di potenti intervalli sabbiosi, risposta locale al sollevamento sopradetto.

Nell'intervallo di tempo corrispondente ai due cicli precedenti, pur essendo sempre attiva la tettonica distensiva, il sollevamento eustatico causato dall'assottigliamento crostale prende il sopravvento sui fenomeni di sprofondamento tettonico e così come era già avvenuto in parte nella zona a Sud del fiume Cecina, avviene l'emersione con la contemporanea deposizione di facies regressive: nell'area di Pomarance-Nord Monteverdi M.mo queste zone sono costituite da sabbie e calcari arenacei. Il mare rientra nel Pleistocene inferiore ma raggiunge solo la bassa valle dell'Arno, del Cecina e del Tevere.

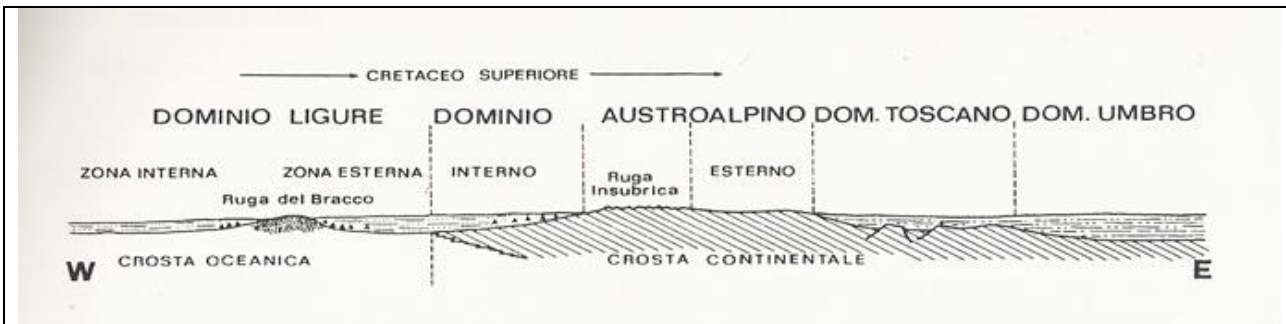
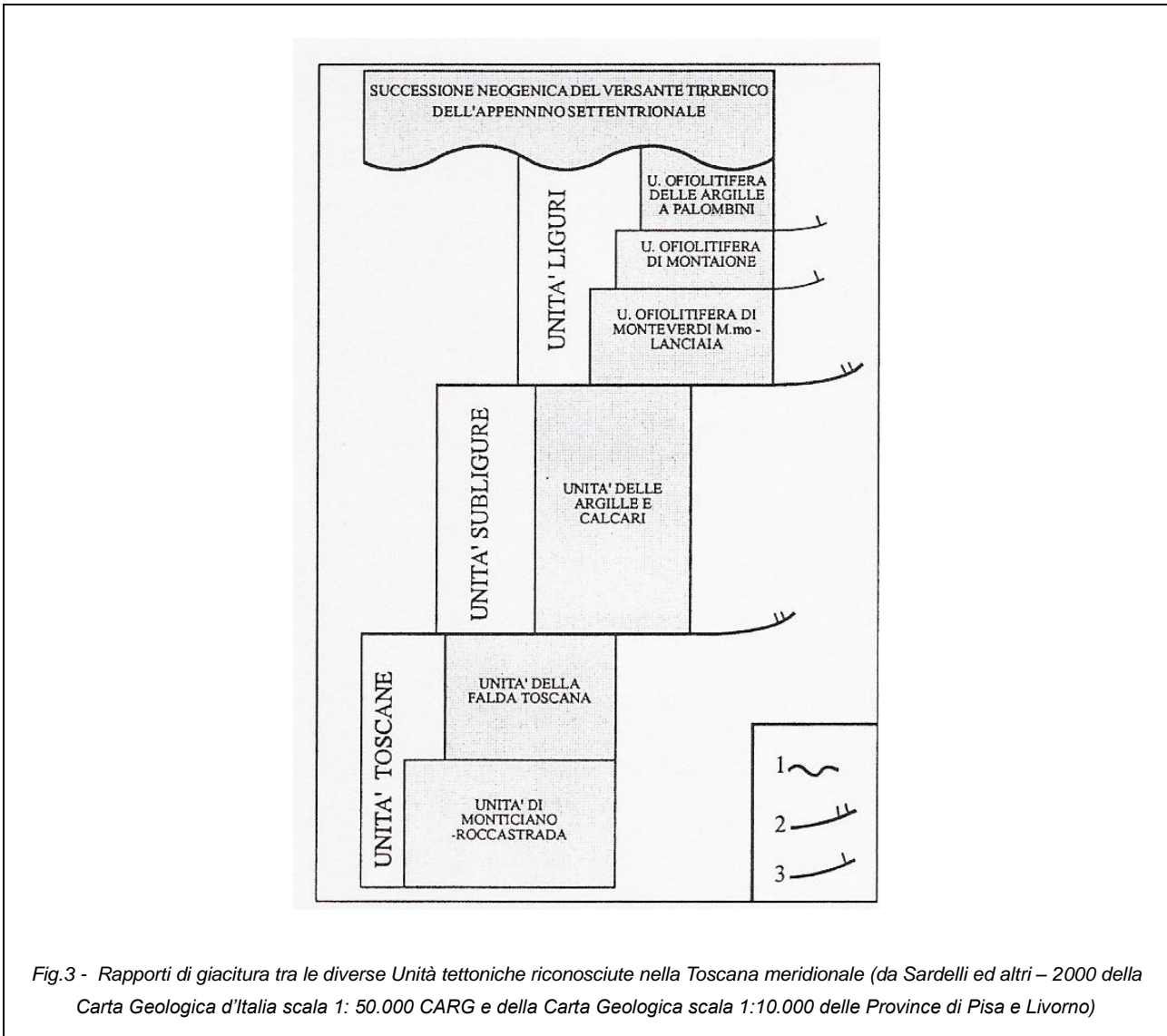


Fig.4 - Ricostruzione della geosinclinale al Cretaceo superiore con la distinzione dei diversi domini che saranno coinvolti nell'orogenesi dell'Appennino settentrionale (da Mazzanti R. ed altri - Geologia della provincia di Livorno a sud del Fiume Cecina - Quaderni del Museo di storia naturale di Livorno – vol. 13 - 199), supplemento n. 2).

Si noti la divisione della geosinclinale appenninica nei Domini Toscano e Ligure, separati dalla dorsale denominata Ruga insubrica. Nel dominio austro-alpino interno si sedimenterà la Formazione delle Argille e calcari - che costituirà poi l'Unità di Canetolo. Il dominio ligure esterno è il bacino di sedimentazione del Flysch di Monteverdi mentre quello interno darà origine all'Unità ofiolitifera superiore, corrispondente all'Unità del Bracco dell'Appennino Ligure.

I principali aspetti geologico-strutturali del territorio di Monteverdi M.^{mo}, sono consultabili nelle pubblicazioni specialistiche per una conoscenza completa della tettonica di questa regione:

MAZZANTI R. (1966) - TREVISAN L. et alii (1968) - MAZZANTI R. et alii. (1993) – LAZZAROTTO A. & LIOTTA D. (1994) – NOTE ILLUSTRATIVE (2002) della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000: Fogli Massa M.ma (306) – Pomarance (295) - AA.VV. (1971) LA TOSCANA MERIDIONALE: Fondamenti geologico-minerari, ecc.

I rapporti tettonici fra i vari complessi sono deducibili dalla Carta Geologica Q.C. 7 a6-a7 ed in figura 3, tenendo presente l'ordine di sovrapposizione dei vari Complessi illustrati in figura 4.

La linea di faglia a direzione appenninica Sassa-Frassine (MAZZANTI R. et alii., 1993) taglia trasversalmente il territorio comunale, dalla Fattoria Caselli al Poggio Cerrete, attraverso Canneto e Poggio Badia. Tale linea è per lunghi tratti sfrangiata in una serie di faglie sub-parallele. La faglia immerge verso nord-est ed abbassa il settore nord-orientale; si tratta pertanto di una faglia diretta.

Tale lineazione, attiva fin dal Miocene superiore, provocando l'abbassamento delle terre determinò l'ingresso del mare da nord fino alla medio-alta Val di Sterza. L'evento è oggi testimoniato dalla presenza dei sedimenti neautoctoni trasgressivi e discordanti sulle Formazioni litoidi o sublitoidi pre-neogeniche.

La linea Sassa-Frassine delimita, nel settore nord del territorio comunale, all'altezza della medio-alta Val di Sterza, fra il Botro La Vetrice e il T. Ritasso, il contatto fra i Complessi alloctoni e il Neautoctono. Le Formazioni neogeniche, a causa di faglie secondarie ad andamento anti-appenninico, affiorano in vari lembi frazionati non sempre in continuità fra di loro.

Gli affioramenti neogenici della Val di Sterza costituiscono un ramo minore del grande bacino mio-pliocenico di Volterra; essi sono noti in letteratura geologica come "Area della Sassa".

La sovrapposizione dell'Unità di Monteverdi alla Serie Toscana non è direttamente osservabile nel territorio comunale ma appena fuori, in località Castellacce, a sud-est del confine comunale, affiora infatti in finestra tettonica il Macigno, al di sotto del Flysch di Monteverdi.

Le strutture plicative all'interno delle Unità liguri sono difficilmente ricostruibili, considerato anche la scarsità di affioramenti dovuta all'estesa copertura boschiva.

Le strutture interne al Flysch calcareo-marnoso-arenaceo sono ricostruibili in molti settori di affioramento della Formazione; in altre aree, dove la tettonizzazione è più intensa si rilevano pacchi di strati in posizione diritta ed altri in posizione rovesciata, senza poter sempre stabilire una correlazione razionale fra le differenti posizioni.

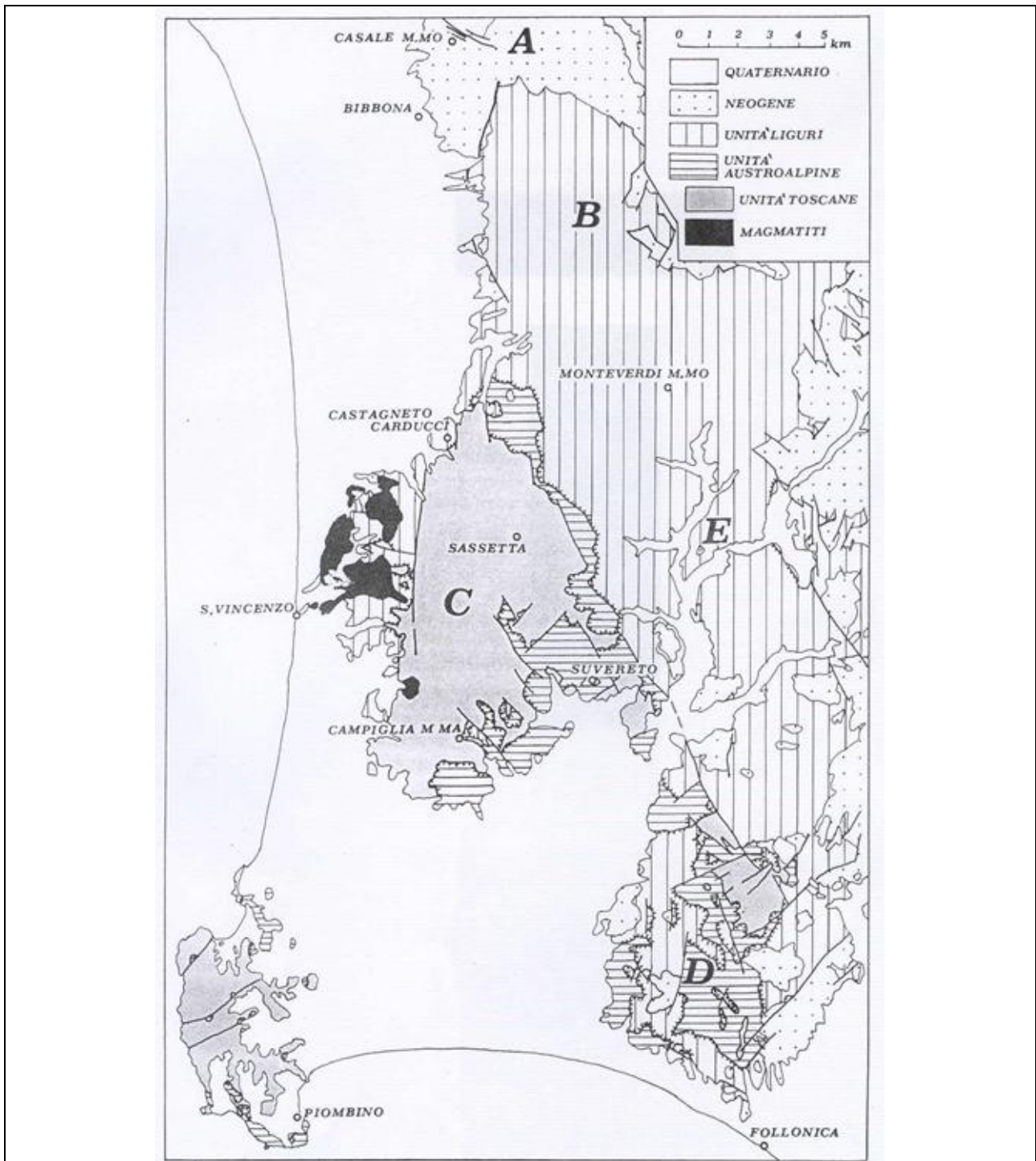


Fig.5 – Schema tettonico della Toscana costiera - da MAZZANTI R. ed altri – Geologia della provincia di Livorno a sud del Fiume Cecina - Quaderni del Museo di storia naturale di Livorno – vol. 13 (1993), supplemento n. 2.

Nelle sezioni geologiche (**Q.C. 07 g2**) per quando possibili sono state ricostruite le strutture intraformazionali in prossimità dei centri abitati.

Al precedente quadro paleogeografico corrisponde un assetto tettonico che dal basso all’alto risulta caratterizzato dalla presenza di quattro unità:

- **Unità della Falda Toscana non metamorfica**

Appartengono a questa unità formazioni sedimentarie marine formatesi tra il Trias e l'Oligocene sup. in diversi ambienti deposizionali: evaporitici, ambienti di piattaforma carbonatica, ambiente pelagico, ambiente di avanfossa.

Questa unità è rappresentata esclusivamente da un unico affioramento di Macigno (MAC) in estensione limitata in località Poggio alle Macine.

- **Unità del dominio Ligure**

Sono costituite da una successione di unità alloctone di età compresa dal Giurassico, al Cretaceo ed all'Eocene, nelle quali prevalgono i flysch; nell'area sono rappresentati in successione tettonica dall'unità ofiolitica del Flysch calcareo marnoso di Monteverdi Marittimo e Lanciaia (MTV-CAA), dalla unità di Montaione, a cui si sovrappone, in discordanza, l'unità ofiolitifera delle Argille a Palombini (APA).

Queste unità giacciono a loro volta in discordanza sui termini delle serie Toscana non metamorfica. Le Unità Liguri (alloctone) occupano più del 90% del territorio comunale, dai poggi della Riserva naturale di Caselli (Monti della Gherardesca), fino alla Macchia Lupaia, tra le valli dei Torrenti Balconai e Lodano.

L'Unità sub ligure delle Argille e calcari, nota nella Toscana meridionale anche come Unità di Santa Fiora, corrispondente all'Unità di Canetolo dell'Appennino settentrionale s.s., non è presente nel territorio del Comune di Monteverdi Marittimo.

La falda ligure più importante, soprattutto per estensione areale, che affiora nel territorio comunale di Monteverdi, è **l'Unità ligure ofiolitifera di Monteverdi M.mo - Lanciaia**, nota nell'Appennino parmense con il termine di Unità di Monte Caio. Essa è costituita – nella zona rilevata - dalle seguenti Formazioni geologiche:

- Argilliti di Poggio Rocchino (RCH)
- Formazione di Monteverdi M.mo (MTV)
- Serpentiniti (S)
- Gabbri e brecce di gabbro (G)
- Basalti (B)
- Diaspri di Monte Alpi (DSA)
- Calcari a *Calpionelle* (CCL)
- Argille a Palombini (APA)
- Formazione di Lanciaia (CAA)

La seconda falda ligure presente nel territorio comunale di Monteverdi è **l'Unità ofiolitifera di Castelluccio-Montaione**. Nel territorio comunale essa è costituita dalle seguenti Formazioni, dal basso verso l'alto:

- Serpentiniti (S)
- Gabbri e brecce di gabbro (G)
- Formazione di Montaione (MIO)

La terza falda ligure presente nel territorio rilevato è **l'Unità delle Argille scagliose ofiolitifere o delle Argille a Palombini**, nota in Appennino settentrionale come Unità del Bracco.

Nella zona rilevata essa è costituita dalle seguenti Formazioni, dal basso verso l'alto:

- Serpentiniti (S)
- Basalti (B)
- Diaspri di Monte Alpi (DSA)
- Calcari a Calpionelle (CCL)
- Argille a Palombini (APA)

- **Unità Neogeniche**

A queste unità appartengono i sedimenti neoautoctoni della successione miocenica e della susseguente successione pliocenica, depositatisi all'interno di depressioni tettoniche che hanno poi dato origine a bacini subsidenti.

Questi depositi presentano litologie che risultano notevolmente variabili a causa dei numerosi ambienti deposizionali che per motivi di assetto tettonico caratterizzano i numerosi bacini sedimentari sviluppatasi nell'area in esame e giacciono in netta discordanza stratigrafica soprattutto sulle unità liguri del substrato, precedentemente deformate.

- **Depositi Quaternari**

Sono costituiti da lembi di depositi continentali pleistocenici e dai depositi fluviali antichi terrazzati in vari ordini che bordano a varie altezze le valli principali dell'area, dove sono presenti i depositi fluviali attuali.

6.2 - STRATIGRAFIA

Di seguito si riportano le formazioni geologiche in affioramento nel territorio comunale (Tavole Q,C. 07 a6 – a7) seguendo l'ordine di giacitura dal basso, ovvero dalle unità stratigrafiche

più antiche a quelle più recenti.

6.2.1 Unità della serie Toscana non metamorfica

Macigno (MAC) - E' il Flysch che chiude la serie Toscana. Si tratta di torbiditi arenacee costituite da arenarie quarzoso-feldspatiche di colore dal marrone (roccia alterata) al grigio-verde (al taglio fresco) alternate ad argilliti e siltiti scure in strati sottili; talora la base dei banchi arenacei è costituita da arenaria grossolana o micro-conglomerato (granitello). La stratificazione è ben marcata per la presenza degli interstrati argillitici. Lo spessore dei banchi arenacei è dell'ordine di alcuni metri; di pochi centimetri gli strati argillitici.

L'ambiente di sedimentazione è di conoide sottomarina. Affiora in prossimità di Poggio alle Macine. Lo spessore massimo stimato per questa Formazione è di 200 metri (zona di Sasso Pisano).

Età: Oligocene superiore.

6.2.2 Unità del Dominio Ligure

Le formazioni del Dominio Ligure sono organizzate in più unità tettoniche sovrapposte in cui si può distinguere:

- Unità ofiolitifera delle Argille a Palombini
- Unità ofiolitifera di Montaione
- Unità ofiolitifera di Monteverdi M.mo - Lanciaia

6.2.2.1 Unità ofiolitifera di Monteverdi M.mo - Lanciaia

Formazione di Monteverdi M.mo (MTV) – E' la roccia su cui sorge Monteverdi, capoluogo del Comune, ed affiora in grandissima estensione nel settore centrale del territorio comunale, a nord e a sud del Paese, dalle Farnete alla Badia, in quasi tutta la fascia occidentale del Comune, in località Le Ville, Il Nicchio, Renzano, Poggicciola, nella valle del T. Sterzuola, e dal Poggio Bagnoli al Poggio Castelluccio, a monte e a valle della ex s.s. 329 di Bocca di Valle.

L'affioramento del Flysch di Monteverdi occupa arealmente circa la metà del territorio comunale.

Esso è costituito da sequenze torbiditiche (da cui il nome "flysch") formate da prevalenti strati o banchi calcareo-marnosi di colore grigio scuro al taglio fresco (molto più chiari in superficie, con tonalità giallastre e marroni), a strati argillitici e marnosi di colore quasi nero. Talvolta le sequenze iniziano con strati decimetrici di arenaria a grana medio-fine.

Dal punto di vista strutturale il Flysch è spesso in posizione rovesciata.

Spessore della Formazione: almeno 400 metri.

Età: Cretaceo superiore – Paleocene Inf.

Argilliti di Poggio Rocchino (RCH) – Affiora a sud di Monteverdi, nella valle del T. Mässera, in località Botro Fonte di Pietro, La Mandria, Le Serragliaie, lungo la strada da Monteverdi al T. Mässera in località Ciambellina e Campinuccio e, nel versante sud del Poggio della Badia in località La Casetta e Casa al Colle. La Formazione RCH è a contatto talora stratigrafico, a volte tettonico con il Flysch di Monteverdi e sempre tettonico (per sovrascorrimento) con le Argille a Palombini.

E' costituita da argilliti varicolori, frequentemente manganesifere e, in misura minore, da marne, calcari marnosi e calcareniti (olistostromi?).

Essa corrisponde al "Complesso di base" del Flysch di M. Caio dell'Appennino parmense.

Lo spessore della Formazione è valutabile in almeno 120 metri.

Età: Cretaceo superiore – Paleocene Inf.

Formazione di Lanciaia (CAA) – Si compone di 4 litofacies di cui solo 3 affioranti nel territorio in esame:

CAA_b: Breccie a prevalenti clasti ofiolitici (Breccie di Libbiano).

Questa litofacies è costituita da breccie poligeniche, clasto sostenute, con elementi provenienti dal Complesso ofiolitifero (la componente ofiolitica prevale su quella sedimentaria), variabili nelle dimensioni da pochi millimetri fino a una decina di metri. I clasti a spigoli vivi sono accompagnati, talvolta, da altri (soprattutto calcarei) sub-arrotondati che denotano una provenienza da ambienti continentali subaerei. Localmente la litofacies CAA_b contiene olistoliti anche cartografabili, costituiti principalmente da ofioliti, ma talora anche da porzioni della loro copertura sedimentaria (Calcarea a palombini, Calcarea a Calpionelle, Diaspri).

CAA_r: Arenarie calcarifere e calcari marnosi (Arenarie del Fosso Radicagnoli).

Sono costituite da alternanze piuttosto regolari di arenarie e peliti. Le peliti sono per la maggior parte rappresentate da siltiti, di colore grigio, che affiorano in strati dello spessore medio di 15 cm.

CAA_c: Marne e calcari (Marne di Podere Castellaro).

E' composta da strati torbiditici spessi da 2 a 4 metri, costituiti da banchi di calcilutiti, calcari marnosi o marne ed in subordine da argilliti ed arenarie. Normalmente questa litofacies è in continuità stratigrafica sulla litofacies CAA_b.

Affiorano al Podere Castellaro (Monte di Canneto) e ad est-sud-est della Fattoria Caselli.

L'ambiente di sedimentazione della Formazione di Lanciaia, nel suo insieme, è marino

pelagico. Essa raggiunge lo spessore massimo di 280 metri.

Età: Eocene Inferiore e Medio.

6.2.2.2 Unità ofiolitifera di Castelluccio - Montaione

Essa comprende, in aggiunta alle Formazioni già descritte, la seguente:

Formazione di Montaione (MIO) - E' un Flysch ad Helmitoidi simile alla formazione di Monteverdi M.mo dalla quale differisce per un maggior sviluppo della componente arenacea e per la presenza di frequenti intercalazioni di brecce ofiolitifere (**MIOb**) con clasti di dimensioni variabili da pochi centimetri al metro.

E' costituita da sequenze torbiditiche di spessore variabile da pochi decimetri fino a due metri, che iniziano con un'arenaria fillosilicatica per poi passare verso l'alto ad una siltite, marna o calcare marnoso. Raramente la sequenza si chiude con strati argillitici.

Secondo alcuni Autori la Formazione di Montaione sarebbe una facies laterale del Flysch di Monteverdi M.mo e la sua deposizione sarebbe avvenuta in una zona più interna, prossima all'area di alimentazione del materiale ofiolitifero.

Affiora nel settore nord-ovest del Comune tra Poggio Ginepro, Poggio di Bocca Nera e loc. Debbione.

Lo spessore della Formazione di Montaione è stato valutato in circa 500 metri.

Età: Cretaceo superiore.

6.2.2.3 Unità ofiolitifera delle Argille a Palombini

Le formazioni geologiche di questa Unità sono comprese anche nell'Unità ofiolitifera di Monteverdi-Lanciaia. Rispetto alla successione classica e completa della serie, nella zona studiata mancano i Gabbri, fra le Serpentiniti ed i Basalti, e l'Arenaria di Montecatini (=Arenaria di M. Gottero dell'Appennino ligure-parmense) al tetto dell'Argilla a Palombini.

Serpentinite (S) (= Serpentine Auctt.) – Peridotiti serpentinizzate interessate da intensi sistemi di fratture. Sono il prodotto della risalita diapirica di materiali magmatici provenienti dal mantello, lungo le faglie trasformati che solcavano il fondo oceanico Giurassico Ligure-Piemontese in fase di apertura. Costituiscono, insieme ai Gabbri, il basamento della sequenza ofiolitica.

Si presentano in masse rocciose costituite da blocchi compatti, da metrici a decametrici, di roccia nero-verdastra, interessati da una rete diffusa di vene di minerali serpentinici (in primis crisotilo), di clorite e di calcite.

I minerali primari principali sono l'Olivina (peridoto) e il Pirosseno – che a causa dei processi

di alterazione – tendono a trasformarsi in Serpentino.

Raramente sono conservati i rapporti primari con gli altri litotipi della sequenza ofiolitica. Le potenze della Formazione non sono determinabili in affioramento.

Affiorano nei rilievi occidentali della Riserva di Caselli (Poggio Macchioso, Poggio alle tegole, Poggio Donato, I Gabbri), al Poggio di Acquaferrata e ad est del Poggio Castiglione.

Età: Giurassico.

Gabbri e breccie di gabbro (G) – I gabbri sono rocce magmatiche intrusive solitamente associati alle serpentinite. Sono composti essenzialmente da 2 minerali, pirosseno (varietà diallagio) e plagioclasio. I gabbri comprendono una facies dominante a grana da medio a medio-grossa (eufotidi), in subordine si hanno facies a grana medio-fine.

Affiorano principalmente al Poggio Ala Assenzio, all'estremità nord-occidentale del territorio comunale.

Lo spessore massimo affiorante nell'area raggiunge i 60 metri.

Età: Giurassico Medio e Superiore.

Basalti (B) – (= Diabase Auctt.). Rocce magmatiche effusive raffreddatesi in ambiente sottomarino. Sono costituiti da plagioclasio + pirosseno + minerali opachi a cui si sovrappongono paragenesi metamorfiche di basso grado. Si presentano di norma massicci, localmente brecciati da processi autoclastici, di colore prevalente variabile da grigio a verde scuro. Talvolta sono rossi per alterazione (anche in profondità) o presentano struttura a *pillows*. Affiorano nella zona di Canneto.

Lo spessore massimo affiorante è di circa 150 metri.

Età: Giurassico superiore.

Diaspri di Monte Alpi (DSA) – Radiolariti rosse o grigio-verdi sottilmente stratificati e molto fratturati con interstrati di argilliti marnose o marne frequenti specialmente nella parte alta.

E' una formazione sedimentaria, distribuita in esigui affioramenti originariamente sovrapposti alle masse ofiolitiche; rappresentano la sedimentazione successiva alla fase parossismale di apertura che avvenne nell'oceano Ligure-Piemontese in ambiente ricco di CO₂, dove il CaCO₃ non poteva sedimentare perché mantenuto in soluzione nell'acqua marina.

Il colore dei diaspri è rosso fegato, talora sono presenti zonature di color verde tenue che osservate sulla superficie di strato disegnano una rete a maglia vagamente romboidale che ricalca, alterandolo, un preesistente sistema di vene e/o fratture. Gli strati pelitici sono caratterizzati da spessori molto sottili e da colore rosso con zonature verdi. Vi si rinvencono resti fossili di un unico gruppo, i Radiolari, foraminiferi di ambiente pelagico.

Affiorano nel complesso ofiolitifero del Monte di Canneto dove raggiungono uno spessore insolitamente elevato di un centinaio di metri.

Età: Giurassico superiore (Malm).

Calccare a Calpionelle (CCL) – Calccare sub-litografico di colore grigio molto chiaro che acquisiscono un tipico colore bianco-latte sulle superfici di alterazione, con sottili vene di calcite.

I Calcari a Calpionelle sono costituiti da strati o banchi di calcilutiti talvolta alternati a orizzonti argillitici e marnosi via più spessi nella parte alta (transizione alla Formazione delle Argille a Palombini). La stratificazione è evidente quando sono presenti gli interstrati argillitici.

L'ambiente di sedimentazione è di tipo marino pelagico.

La Formazione è ben esposta nell'area del Monte di Canneto dove è in serie stratigrafica con i Diaspri.

Lo spessore massimo è di circa 100 metri nella zona del Monte di Canneto.

Età: Giurassico sup. (Berriasiano) –Cretaceo inferiore (Valanginiano).

Argille a Palombini (APA) – Argilliti, argilliti marnose ed in subordine marne argillose di colore grigio scuro, con intercalazioni di strati e banchi calcarei (calcilutiti silicee: i "Palombini") di colore grigio al taglio fresco, grigio chiaro e marrone in superficie. Questi ultimi hanno spessori che generalmente variano da pochi centimetri ad un metro.

L'ambiente di sedimentazione è riferibile ad una piana abissale interessata da episodi torbidity: all'interno degli strati calcarei-marnosi-silicei sono state riconosciute infatti strutture sedimentarie che testimoniano la natura torbidity del deposito.

Le Argille a Palombini danno generalmente origine ad una coltre pedogenetica prevalentemente argillosa, spesso alcuni metri, caratterizzata da scarse proprietà geotecniche. Gli affioramenti che presentano le caratteristiche litologiche originarie si possono invece osservare prevalentemente nelle incisioni di vari torrenti e botri o in coincidenza delle cerniere dei crinali.

Questa Formazione costituisce la parte più cospicua del Complesso ofiolitifero del Monte di Canneto, all'interno del quale ha, con le altre unità litostratigrafiche, quasi sempre rapporti tettonici. Affiora in vaste e numerose plaghe lungo la fascia nord ed est del territorio comunale ed in vastissima e continua estensione a sud dell'abitato di Monteverdi. In quest'ultima zona, al tetto della formazione, è stato distinto un membro pelitico-arenaceo (**APA2**) costituito da argilliti e siltiti grigio-nocciola, cui si intercalano frequenti strati arenaci quarzoso-feldspatici e rari strati calcarei.

È la seconda Formazione per estensione areale del territorio comunale, dopo il Flysch calcareo-marnoso-arenaceo di Monteverdi.

Lo spessore totale della Formazione è mal definibile per l'elevata deformazione sia tettonica

che morfologica: le argille a Palombini furono interessate in passato (Calabriano) da una serie di frane ora non più attive che sconvolsero l'originario assetto stratigrafico-strutturale; si presume in ogni modo una potenza massima originaria di circa 150 metri a sud di Monteverdi.

Età: Cretaceo inferiore.

6.2.3 Successione Neogenica del versante tirrenico

Ricordiamo per comodità del lettore i Periodi in cui si divide l'Era Terziaria (o Cenozoica) che va da circa 65 MA a 1,8/1,5 MA, ossia dalla fine dell'Era secondaria (o Mesozoica) all'inizio dell'Era Quaternaria (o Antropozoica). In ordine cronologico:

Paleocene (65,5 -55,8 MA) , **Eocene** (55,8-33,9 MA), **Oligocene** (33,9-23,0 MA), **Miocene** (23,0 -5,3 MA) **Pliocene** (5,3-2,58 MA).

Il Miocene, a sua volta si divide in 5 tempi, detti Piani:

Aquitaniiano - Pandigaliano

Miocene inferiore

Langhiano - Elveziano

Miocene medio

Tortoniano - Messiniano

Miocene superiore

L'età delle Formazioni neogeniche va dal Tortoniano superiore in poi, perché nel Tortoniano (circa 14 MA), avvenne l'orogenesi Alpino-Appenninica (=nascita delle 2 catene montuose).

I Depositi del Neautoctono Toscano sono ulteriormente suddivisi nei seguenti:

- depositi miocenici del Tortoniano superiore (tra loc. Ficcatola ed il Botro la Vettrice);
- depositi miocenici del Messiniano (fondi valle dei Botri La Vettrice e Guardigiano);
- depositi pliocenici (medio alta Val di Sterza da loc. Scrigni a la Miniera e nella valle del Botro Guardigiano – Poggio Le Cerrete);
- depositi del Pleistocene (fondo valle Fosso dell'Acqua Salata in loc. Gusciane)
- depositi olocenici recenti ed attuali (nei fondi valle dei corsi d'acqua principali e sui versanti in cui sono presenti coperture detritiche).

6.2.3.1 Formazioni Mioceniche

La successione sovrastante l'Arenaria di Ponsano, formazione miocenica non affiorante nell'area di studio, comprende nella parte inferiore differenti litofacies, in passato raggruppate nella cosiddetta "serie lignitifera". Queste si sono depositate in bacini fortemente subsidenti, in un primo tempo lacustri, successivamente lagunari con acque salmastre. Nelle porzioni centrali di questi bacini i conglomerati basali passano a sabbie e poi ad argille mentre in quelle prossimali a sabbie, sabbie marnose e a conglomerati minuti.

Formazione del Torrente Sellate (SLT) - La Formazione del Torrente Sellate, tipica della zona di Berignone, fra Volterra, Casole d'Elsa e Pomarance, è presente nel territorio esaminato con due delle tre litofacies (Marne a Bythinia **SLTm** – Conglomerati poligenici di Monte Soldano **SLTc**). Affiora al Poggio Le Cerrete (fianco destro della Valle del Botro del Guardigiano), all'estremità orientale del territorio comunale di Monteverdi M.^{mo} e nell'incisione del Botro La Vettrice all'altezza di Casa La Piana. La Formazione del T. Sellate viene attribuita nel suo insieme al Turoliano, piano corrispondente al Tortoniano superiore - Messiniano inferiore.

Marne a Bythinia (SLTm) - Marne e marne siltose-argillose grigio scure, in strati fittamente laminati, intercalate con siltiti ed argille grigie. Carattere peculiare di questa litofacies è il contenuto in fossili fra i quali spiccano gli opercoli di Bythinia.

L'ambiente di sedimentazione è lacustre ad energia molto bassa. Lo spessore può raggiungere al massimo i 40 metri.

Conglomerati poligenici (SLTc) (= Conglomerati di Monte Soldano) - Si tratta di conglomerati clasto-sostenuti organizzati, poligenici e con matrice arenacea polimodale. I ciottoli, di solito arrotondati e con dimensioni generalmente medie o minute, derivano principalmente dalle Unità Liguri (calcarei Palombini, ofioliti, diaspri) e sono immersi in una matrice argillosa grigio-nocciola a luoghi predominante.

L'ambiente di sedimentazione è lacustre. Lo spessore è valutabile in circa 40 metri.

Formazione del Torrente Raquese (RAQ) - Corrisponde in gran parte alle Argille a *Pycnodonta Navicularis* Auctt.

Nella parte inferiore la Formazione è costituita da argille siltose in cui talvolta si rinvencono arenarie o piccoli ciottoli ed esigui livelli di gesso. Nel settore meridionale è presente un modesto affioramento di una litofacies argilloso arenacea (**RAQa**) costituita da argille e argille-sabbiose, di colore grigio e grigio-nocciola con intercalazioni di arenarie.

L'ambiente di sedimentazione è marino-lagunare per la parte inferiore, marino franco per quella superiore. Lo spessore può raggiungere al massimo i 50 metri.

Compare in due limitati affioramenti sul versante destro del Botro del Guardigiano, all'altezza del Podere La Miniera e nell'incisione del Botro La Vettrice (sotto Casa La Piana), tributario di sinistra del Torrente Sterza.

Età: Messiniano inferiore

Calccare di Rosignano (ROS) - Questa formazione nell'area in studio è presente solo con due delle sue cinque litofacies: i Conglomerati di Villa Mirabella (**ROS4**) e i Calcari di Castelnuovo

(ROS5).

I Conglomerati di Villa Mirabella (**ROS4**) sono costituiti da conglomerati talvolta arrossati, con elementi prevalentemente carbonatici, di norma subarrotondati e di dimensioni variabili tra 4 e 8 centimetri, immersi in una matrice sabbioso-argillosa.

L'ambiente di sedimentazione è marino costiero. Lo spessore è al massimo 15-20 metri.

Compaiono in un limitatissimo affioramento sul fianco destro della valle del Botro del Guardigiano, all'altezza del Podere La Miniera.

I Calcari di Castelnuovo (**ROS5**) sono costituiti da calcare detritico-organogeno di colore giallo-avana, ricco di materiale terrigeno e con alcune lenti conglomeratiche ad elementi soprattutto carbonatici, non classati, in genere minuti ed elaborati.

L'ambiente di sedimentazione è marino. Lo spessore massimo osservato è di circa 15 metri.

Affiorano in due plaghe nella zona di Consalvo ed in un limitatissimo affioramento sul fianco destro della valle del Botro del Guardigiano, all'altezza del Podere La Miniera.

L'età è riferibile al Messiniano inferiore. La Formazione del Calcare di Rosignano è laterale alla porzione marina della Formazione del T. Raquese di cui rappresenta l'espressione sedimentaria più costiera.

Età: Messiniano inferiore.

Conglomerati di Montebamboli (BAM) - Sono costituiti da conglomerati non classati, con ciottoli di colore rosso-arancio di norma ben arrotondati, di dimensioni decimetriche, derivati prevalentemente dai calcari delle unità liguri o dall'arenaria macigno. La matrice argillo-sabbiosa è rossastra. Affiorano nei pressi del fondo valle del T. Sterza, a sud di P. Dispensa.

L'ambiente di sedimentazione è continentale di tipo fluviale.

L'età della Formazione è Messiniano superiore.

6.2.3.2 Formazioni Plioceniche

Conglomerati di Gambassi (GAM) - Sono i conglomerati di base trasgressivi del ciclo marino (Formazione Pcg) della Carta Geologica d'Italia F. 119 – Massa Marittima.

Conglomerati poligenici, a ciottoli eterometrici da subangolari ad arrotondati, di arenarie, calcari, ofioliti e radiolariti. Nella matrice sabbiosa, localmente abbondante, si rinvencono Lamellibranchi, Gasteropodi e Balani; nei ciottoli calcarei sono presenti fori di organismi litofagi.

L'ambiente di sedimentazione è marino-costiero.

Affiorano in varie, limitate e distinte placche, trasgressive sulla formazione alloctona delle Argille a Palombini (APA).

Lo spessore raggiunge alcune decine di metri.

Età: Pliocene inferiore (Zancleano).

Calcareniti di S. Mariano (CMA) - Sono i calcari detritico-organogeni (Formazione Pc) della Carta Geologica d'Italia F. 119 – Massa Marittima.

E' costituita da alternanze di sabbie e limi argillosi con ciottoli e calcareniti in grossi banchi, ricche di resti di Lamellibranchi e Gasteropodi, talvolta di Balanidi.

L'ambiente di sedimentazione è marino-costiero.

Affiora in placche trasgressive sulle Formazioni alloctone o intercalate alle Formazioni neogeniche nella zona nord del Comune, dalla Fattoria Caselli a Casa Gabro.

Lo spessore è di circa 40 metri.

Età: Pliocene inferiore (Zancleano).

Sabbie di S. Vivaldo (SVV) - Sono costituite da sabbie, sabbie argillose ed areniti gialle e gialle arancio, localmente stratificate contengono rare e sottili lenti di ciottoli di piccole dimensioni. Al loro interno sono state rinvenute associazioni microfaunistiche dominate da Ostreidi e Pettinidi.

Affiorano lungo il corso del Torrente Sterza, a nord di Canneto, all'altezza del Casotto di Bomba.

La Formazione, dello spessore massimo di circa 35 metri, si è depositata in ambiente marino.

Età: Pliocene inferiore (Zancleano).

Formazione di Lustignano (LST) - E' composta da conglomerati (soprattutto calcari e arenarie) ben cementati, di colore grigio-verde, massicci, i cui clasti, di dimensioni anche di 50 centimetri, sono immersi in una matrice sabbiosa e sabbio-argillosa di colore arancione o rossiccia. Talvolta la matrice è predominante rispetto ai ciottoli: questa litofacies, quando è cartografabile, è contraddistinta dalla sigla **LST1**.

L'ambiente di sedimentazione è marino, da neritico a batiale superiore.

Affiorano nella valle del Botro del Guardigiano, versante est del Poggio Le Cerrete.

Lo spessore massimo si aggira intorno a 200 metri nella località tipo presso Lustignano.

Età: Pliocene inferiore.

Argille Azzurre (FAA) (= argille di facies Piacenziana Auctt.) - Sono argille grigio azzurre e limi argillosi grigio nocciola. Nella parte alta sono presenti livelli lenticolari di calcisiltiti e calcareniti grigie. I macrofossili più diffusi sono i Molluschi, specialmente Gasteropodi: generi *Turritella*, *Tellina*, *Dentalium*, *Cerithium*, *Natica*, ecc.; essi sono particolarmente abbondanti nella parte alta della Formazione, nella fascia di transizione alle sabbie.

Affiorano in numerose e vaste placche esclusivamente nel settore nord del territorio comunale, in località Scrigni, Casanova, Pian delle Volte, La Pieve, Poggio Castiglione, Redenzione, La Miniera.

Lo spessore delle argille azzurre raggiunge i 1000 metri tra Saline e Volterra e nei pressi di Lajatico (Sondaggio AGIP Lajatico1, 1989).

L'ambiente di sedimentazione è marino, da neritico a batiale superiore.

L'età è riconducibile al Pliocene.

Formazione di San Dalmazio (SDA) – L'unità comprende due membri tra loro eteropici: il **Calcere di Pomarance (SDA1)** e la **Sabbie di Casetta (SDA2)**. Essa costituisce la base del secondo ciclo sedimentario pliocenico e poggia con contatto discordante e trasgressivo sulle Argille azzurre del primo ciclo, sulla Formazione di Serrazzano e sul substrato preneogenico; i rapporti con le Argille azzurre del secondo ciclo sono invece latero-verticali.

Nel territorio di Monteverdi affiora solo il membro **SDA1**. E' un calcare detritico-organogeno di colore giallo giallo-ocra, ben cementato e stratificato. Gli spessori degli strati variano da pochi decimetri a poco più di 1 metro, con intercalazioni di livelli arenacei e pelitici dello spessore massimo di 15-20 centimetri.

Affiorano nella valle del Botro del Guardigiano, versante est del Poggio Le Cerrete.

Lo spessore può raggiungere i 40 metri.

L'età è riferibile al Pliocene medio-superiore (Piacenziano).

Conglomerati del Lago Boracifero (CLB) - Sono i conglomerati regressivi del ciclo marino pliocenico, di colore grigio e grigio verdognolo sono talvolta ricoperti da patine rossastre. Massiccio, grossolanamente stratificati in livelli di circa 30 centimetri, sono costituiti da ciottoli di dimensioni medie (25-40 cm), ben arrotondati, raramente appiattiti, di calcari e arenarie provenienti dalle Formazioni di facies ligure.

Lo spessore può raggiungere fino a 50 metri. L'ambiente di sedimentazione è marino costiero.

Affiorano a Poggio Le Cerrete.

Età: Pliocene medio-superiore (Piacenziano).

6.2.4 Depositi Quaternari continentali, attuali e recenti

Sabbie di Donoratico (SDN) - Si tratta di sabbie di colore rosso arancio, massive, con occasionali ciottoli centimetrici inglobati nella massa sabbiosa. Giacciono trasgressivi e discordanti sulle Argille a palombini o sul Flysch di Monteverdi. Gli affioramenti tipo sono situati nella piana

costiera di Donoratico.

Lo spessore è di alcuni metri. L'ambiente di deposizione è di tipo continentale, di piana fluviale.

Affiorano al confine con il Comune di Castagneto C.ci in loc. Gusciane.

Età: Pleistocene superiore.

Alluvioni terrazzate (AT) - Sono costituite da ghiaie scarsamente cementate, sabbie e limi.-argillosi. I ciottoli, di dimensioni variabili da pochi centimetri a qualche decimetro, sono formati da litotipi appartenenti a tutte le Formazioni geologiche affioranti nei dintorni dei luoghi di affioramento. Le "at" sono distribuite a quote comprese fra alcuni metri e 50 metri rispetto agli alvei attuali dei Corsi d'acqua principali: T. Ritasso, T. Sterza – T. Màssera – F. Cornia.

Età: Olocene.

Alluvioni di fondovalle (AL) - Costituiscono il riempimento delle principali incisioni vallive. Sono costituite da ghiaie e sabbie alternate a strati limosi. La prevalenza di ciascuno dei tre litotipi sugli altri dipende dai terreni presenti nel bacino di alimentazione dei sedimenti alluvionali, così le ghiaie possono prevalere nelle aree con dominanza di rocce pre-neogeniche (e zone limitrofe), o possono essere totalmente assenti nelle aree dove affiorano soltanto le Formazioni geologiche neogeniche prevalentemente costituite da terreni incoerenti di granulometria fine.

L'altezza di questi depositi sugli alvei attuali è al massimo di 4-5 metri. Particolarmente spessi (dell'ordine di una decina di metri) sono i depositi relativi al tratto più meridionale della piana del Fiume Cornia.

Età: Olocene – Attuale.

Coltri detritiche - Consistono di depositi detritici costituiti da clasti spigolosi di varia granulometria in prevalente matrice limo argillosa, accumulati essenzialmente per gravità in corrispondenza di versanti più o meno ripidi e in presenza di formazioni scarsamente coerenti.

Sono stati inclusi in questa sigla tutti i fenomeni sia antropici che naturali che hanno dato luogo a spessori consistenti di materiale eterogeneo e/o detritico quali i detriti di versante, le frane, i riporti e le discariche.

Età: Olocene – Attuale.

7 - CARTA GEOMORFOLOGICA - TAVOLA Q.C. 07 b6-b7

Per la stesura della Carta Geomorfologica sono state dapprima esaminate le informazioni contenute nei seguenti studi:

- Cartografie e norme del PAI Bacino Fiume Arno, del PAI Bacino Toscana Costa e del Progetto di Piano - PAI "dissesti geomorfologici" relativamente agli aspetti geomorfologici;
- Database geologico del Continuum Regionale;
- Catalogo frane IFFI;
- Mappatura radar satellitare della Regione Toscana;
- Carta Geomorfologica redatta a supporto del P.S. comunale.

I caratteri geomorfologici di un territorio sono di gran lunga i più importanti nell'ottica di una corretta progettazione urbanistica in quanto forniscono la conoscenza dell'evoluzione territoriale recente, in stretta connessione con gli effetti antropici.

Pertanto la costruzione della nuova CARTA GEOMORFOLOGICA ha richiesto una metodologia di lavoro complessa che ha seguito i seguenti "step":

- Studio foto-interpretativo dell'intero territorio con analisi in stereoscopia di foto aeree in bianco e nero realizzate in voli dal 1982 al 1996, messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale;
- Rilevamento di campagna in scala 1:5.000 e 1:10.000 per la verifica diretta degli elementi evidenziati in stereoscopia e l'individuazione di ulteriori caratteri geomorfologici non riportati su foto aerea;
- Analisi dei dati geognostici esistenti (sondaggi, penetrometrie, pozzi, etc.);
- Controllo ed aggiornamento degli elementi geomorfologici riportati nella Carta Geomorfologica di corredo all'attuale P.S. redatta da S. Crocetti e G. Lari;
- Controllo e verifica dei dissesti indicati nella Carta Geomorfologica Regionale;
- Stesura in scala 1:10.000 della nuova Carta Geomorfologica con ulteriore verifica su foto aerea dei caratteri individuati;
- Costruzione della legenda seguendo per quanto possibile le indicazioni fornite dall'Autorità di Bacino Distrettuale nel Allegato 3 "Modalità per le proposte di revisione ed aggiornamento delle mappe del PAI".

Sotto il profilo geomorfologico, il territorio Comunale di Monteverdi presenta un assetto collinare – sub-montano con fondi valle stretti sub-pianeggianti in corrispondenza dei principali

corsi d'acqua (T. Sterza, T. Massera, T. Lodano, T. Ritasso, Fiume Cornia).

Le caratteristiche sub-montane sono rintracciabili in circa il 55% del territorio, l'estensione della parte collinare copre circa il 40%, mentre il restante 5% è riconducibile ai fondi valle alluvionali. Nelle zone sub-montane la morfologia è caratterizzata da rilievi con versanti a medio-elevata acclività e, data la natura litoide delle Formazioni a diffusi ma limitati fenomeni gravitativi.

La zona collinare è costituita da versanti a debole e media acclività e caratterizzata da terreni incoerenti o semicoerenti spesso predisposti all'instaurarsi di fenomeni gravitativi. Le fasce di pianura alluvionale si sviluppano in adiacenza ai sopra elencati corsi d'acqua principali, seguendone il percorso; alcuni tratti sono interessate da locali fenomeni erosivi attivi legati alla dinamica fluviale.

Sulla base dell'insieme dei dati a disposizione si è proceduto ad un lavoro di controllo dei fenomeni evolutivi che caratterizzano il territorio. Lo studio di dettaglio ha permesso di concludere come l'area di studio sia caratterizzata da quattro forme di paesaggio predominante, riconducibili alle diverse caratteristiche litologiche dei terreni che costituiscono il substrato:

- a) *forme influenzate dalla struttura in rocce massive*
- b) *forme influenzate dalla struttura in rocce stratificate*
- c) *forme delle colline neogeniche*
- d) *aree di pianura alluvionale*

Forme influenzate dalla struttura in rocce massive

Caratterizzano principalmente la parte centro-settentrionale del territorio comunale, laddove affiorano estesamente rocce appartenenti al complesso ofiolitico quali serpentiniti, gabbri e basalti. Queste rocce mostrano generalmente una struttura massiccia e pertanto danno origine a forme accidentate, caratterizzate da ripidi versanti, osservabili ad esempio in prossimità dell'abitato di Canneto. I fenomeni di dissesto, quando presenti, sono comunque di estensione limitata. Talora sono mascherate da una copertura detritica.

Forme influenzate dalla struttura in rocce stratificate

Sono le più diffuse presenti in quasi la totalità del territorio ad eccezione della parte settentrionale. La maggiore erodibilità di queste rocce, appartenenti in prevalenza a formazioni tipo flysch a litologia calcareo-marnoso-arenacea, conferisce ai rilievi forme meno accidentate, con inclinazione dei versanti in genere modeste (20-30°). La stabilità dei versanti, trattandosi generalmente di formazioni stratificate con intercalazioni argillitiche, è influenzata dalla giacitura degli strati, se a reggi-poggio oppure a frana-poggio. Possono comunque verificarsi fenomeni di dissesto anche di una certa estensione, come quelli cartografati attorno all'abitato di Monteverdi

M.mo ed attorno al monte di Canneto.

Forme delle colline neogeniche

Sono presenti nella parte settentrionale ed all'estremità orientale ed occidentale del territorio comunale dove affiorano terreni riferibili al Miocene, Pliocene e Pleistocene nei quali la componente argillosa è spesso prevalente. La morfologia di queste zone risulta pertanto caratterizzata da forme arrotondate (15-20°); sui versanti, lì dove questi sono intensamente sfruttati a scopo agricolo, si sviluppa un elevato numero di dissesti come conseguenza delle mediocri caratteristiche meccaniche di questi terreni. I movimenti interessano generalmente gli impluvi e sono causati dall'azione dell'acqua che si esplica nel rammollimento della componente argillosa e nella riduzione dell'attrito fra i granuli del terreno e in corrispondenza delle superfici di scivolamento. La profondità di tali superfici non è molto elevata, i movimenti franosi (colamenti-soliflussi) si presentano infatti come "decorticamenti" che raggiungono generalmente uno spessore massimo di due metri.

Aree di pianura alluvionale

Hanno un'estensione molto più ridotta rispetto agli altri ambiti territoriali, limitata ai fondovalle dei corsi d'acqua principali: il Fiume Sterza, il Fiume Cornia, il Torrente Massera, il Torrente Iodano e il Torrente Ritasso.

I processi cartografati nella Carta Geomorfologica sono stati separati in funzione dell'origine in antropici, gravitativi, erosivi e sedimenti di origine fluviale.

Nella legenda relativa ai fenomeni gravitativi, le dizioni sono state integrate con le sigle dettate dall'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale riportate nella tabella sottostante:

GEOMORFO	Significato	Classe PAI	Descrizione
S3	Frane di scivolamento e colata lenta – attive	P4	Comprende le frane di scivolamento rotazionale, scivolamento traslativo, espansione e colamento lento con evidenze dello stato attivo
S2	Frane di scivolamento e colata lenta – inattive potenzialmente instabili	P3a	Comprende le frane di scivolamento rotazionale, scivolamento traslativo, espansione, e colamento lento con evidenze di potenziale instabilità
S1	Frane di scivolamento e colata lenta – inattive stabilizzate	P2	Comprende le frane di scivolamento rotazionale, scivolamento traslativo, espansione, e colamento lento classificabili come inattive stabilizzate
S1a	Frane di scivolamento e colata lenta – inattive stabilizzate artificialmente	P2	Comprende le frane di scivolamento rotazionale, scivolamento traslativo, espansione, e colamento lento classificabili come inattive stabilizzate artificialmente. Non sono considerati artificialmente stabilizzate i dissesti interessati da opere di duabilità inferiore a 50 anni.

C3	Frane di crollo – attive	P4	Comprende le frane di crollo e ribaltamento, sprofondamenti (compresi sink holes) - attive
C2	Frane di crollo – inattive potenzialmente instabili	P3a	Comprende le frane di crollo e ribaltamento, sprofondamenti (compresi sink holes) – inattive potenzialmente instabili
FD3	Franosità diffusa e franosità superficiale-attiva	P4	Comprende le aree interessate da gruppi di frane attive non cartografabili singolarmente, aree franose attive poco profonde dalla morfologia complessa, frane superficiali attive obliterate dalle lavorazioni, deformazioni superficiali con caratteristiche plastiche (soliflussi, soilcreep), aree ad intensa erosione con locali fenomeni di crollo, colamento, scivolamento attivi (aree calanchive, scarpate morfologiche ecc).
FD2	Aree potenzialmente instabili per deformazioni superficiali	P3a	Comprende le aree potenzialmente instabili per caratteristiche litologiche, per deformazioni superficiali con caratteristiche plastiche (soliflussi, soilcreep) con un'evoluzione lentissima; aree morfologiche e superfici con crolli, deformazioni di taglio superficiali, colate non cartografabili singolarmente con ricorrenza superiore a 10-20 anni
ES	Erosione spondale attiva	P4	Comprende le aree soggette a franosità per erosione di sponda
FDF	Fascia di dinamica fluviale legata ai processi di erosione attiva	P3a	Comprende le aree legate alla possibile evoluzione del processo di erosione di sponda

In data 10 ottobre 2023 protocollo n.9041/2023 l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ha approvato l'aggiornamento e l'integrazione del quadro conoscitivo del PAI richiesto dai Comuni di Pomarance e Monteverdi Marittimo ai sensi dell'Articolo 16 della disciplina del progetto di PAI (Misura di salvaguardia di cui all'articolo 4 della delibera di Conferenza Istituzionale permanente n.28 del 21/12/2022).

In relazione al tipo di ambiente morfoclimatico (la montagna, la collina ed il fondo valle) che caratterizza il Comune, i principali processi morfogenetici che contribuiscono a dare una decisa impronta al paesaggio sono stati elencati nella legenda della Carta Geomorfologica e sono essenzialmente:

- **Forme , processi e depositi di origine antropica:**
 - a. Cava abbandonata;
 - b. Coltri antropiche di riporto/discardica/riempimento;
 - c. Terrazzamento a gradoni;
 - d. Argine e/o diga in terra;
 - e. Sorgente /emergenza idrica.

- **Forme, processi di origine fluviale:**
 - a. Reticolo idrografico;
 - b. ES – Erosione spondale attiva;
 - c. FDF – Fascia di dinamica fluviale;

- d. AL – Depositi alluvionali attuali;
- e. AT – Depositi alluvionali terrazzati;
- f. Lago o invaso artificiale.

➤ **Forme, processi e depositi di origine gravitativa** legate ai fenomeni gravitativi ed erosivi; sono stati individuati i seguenti elementi poligonali/areali e lineari:

- a. Orlo di scarpata attiva di erosione, versante, fluviale, antropica;
- b. Ruscellamento concentrato ed alveo in approfondimento;
- c. Corona o nicchia di distacco di frana attiva;
- d. Orlo di scarpata non attiva di erosione, versante, fluviale, antropica;
- e. Corona o nicchia di distacco di frana inattiva/quiescente;
- f. Ciglio / bordo di terrazzo;
- g. Coltri detritiche stabilizzate di versante, colluviali;
- h. Frana inattive
 - I. S1 – Frane di scivolamento a colata lenta – inattive stabilizzate;
 - II. S1a – Frane di scivolamento e colata lenta – inattive stabilizzate artificialmente;
(quiescente) e relativa area di influenza;
- i. Frane quiescenti
 - I. C2 – Frane di crollo – inattive potenzialmente instabili;
 - II. FD2 – Aree potenzialmente instabili per franosità diffusa;
 - III. S2 – Frane di scivolamento a colata lenta – inattive potenzialmente instabili;
- j. Frane attive
 - I. C3 – Frane di crollo – attive;
 - II. FD3 – Franosità diffusa – attiva;
 - III. S3 – Frane di scivolamento e colata lenta – attive;
- k. Lineazione tettonica.

7.1 – ELEMENTI ANTROPICI

Cave e Miniere

Attualmente sul territorio comunale di Monteverdi non sono presenti cave o miniere in attività.

In passato l'attività estrattiva (cave e miniera) ha interessato molte delle formazioni che avevano materiali idonei alla richiesta del mercato: i calcari nel settore sud del Monte di Canneto, i

diaspri sul versante ovest del Monte di Canneto (loc. La Miniera), le rocce verdi in loc. i Gabbri, la magnesite al Poggio Castiglione e la lignite ed i calcedoni a Monterufoli.

La magnesite del Poggio Castiglione

La magnesite, talvolta nota commercialmente ed impropriamente come "caolino", altro non è che carbonato di magnesio ($MgCO_3$), costituito dal 47,8% di MgO e dal 52,2 di CO_2 . In natura, al posto del magnesio, possiamo trovare ferro, manganese e piccole quantità di calcio; generalmente la magnesite è strettamente associata alla dolomite, a vari silicati e a silice microcristallina (calcedonio).

Con una durezza di 4,5 e peso specifico 3 – 3,12, la magnesite si presenta raramente in abito cristallino, essendo di regola sotto forma microcristallina, compatta, massiccia (terrosa e pulverulenta quando è alterata), in filoni di spessore variabile da qualche centimetro a qualche metro, di colore bianco (se pura) o giallastro. E' usata nell'industria chimica e chimico-farmaceutica per la produzione di derivati del magnesio e soprattutto per la fabbricazione di materiali refrattari.

Il giacimento di Poggio Castiglione fu oggetto di attività estrattiva a cielo aperto, con alterne vicende, dal 1914 fino al 1947-48 allorché fu abbandonato per concentrare l'attività estrattiva sul vicino Poggio Carnevale, oltre il Torrente Ritasso, nel Comune di Pomarance.

Il luogo si trova pochi chilometri a nord di Canneto, all'altezza del bivio detto "Le Colonne", da cui si diparte la strada sterrata che scende verso la Fattoria La Villetta (ex miniera di lignite di Monterufoli).

Benché la denominazione di Poggio Castiglione sia attribuita sulle carte topografiche al massiccio prospiciente il Torrente Ritasso, la cui sommità raggiunge la quota di 284 metri s.l.m., comunemente si indica con tale nome l'altura situata circa 500 metri a SSE del "vero" Poggio Castiglione e delimitata a sud dalla strada per Canneto. Il settore meridionale del rilievo è costituito da serpentiniti, ultima propaggine del grande massiccio ofiolitico che attraverso Monterufoli giunge fino a Libbiano; la roccia è lì profondamente alterata e silicizzata; vi fu scoperto un grosso filone magnesitico quasi verticale, diretto nord-sud, della potenza di circa 8 metri su cui si concentrarono le principali attività estrattive. In seguito fu scoperta un'altra zona mineralizzata nella pendice NNE dello stesso rilievo che divenne oggetto di qualche escavazione.

La cava principale, situata subito a monte della strada per Canneto, è ancora oggi rintracciabile tra la vegetazione risalendo il sentiero che dalla strada provinciale s'inerpica sul versante meridionale del rilievo.

Da notare che nei secoli scorsi questa località, nota come "Monti di S. Antonio", era già conosciuta per i bei calcedoni che vi si rinvenivano.

I calcedoni di Monterufoli

Calcedonio è un termine generico per indicare quel gruppo di minerali composti da silice (biossido di silicio: SiO_2) microcristallina anidra, ovvero un tipo di quarzo microcristallino caratterizzato da durezza 6,5 della scala Mohs. Si presenta in natura con un'ampia varietà di specie e di colorazioni assumendo, a seconda dei casi, denominazioni quali agata, onice, corniola ed altri.

I calcedoni di Monterufoli furono estratti ininterrottamente dal XVI secolo alla metà del XIX secolo dall'Opificio Granducale delle Pietre Dure di Firenze che se ne servì per la realizzazione di magnifici lavori

d'intaglio e di mosaico.

Associati comunemente ai carbonati di magnesio (magnesite, dolomite), la cospicua presenza di calcedonio nella zona di Monterufoli è dovuta all'eccezionale diffusione in quei luoghi di notevoli quantità di silice concrezionaria (in forma di vene e filoni) prodotta dagli effetti di una prolungata attività di fluidi idrotermali ricchi di anidride carbonica che, attaccando chimicamente le rocce ofiolitiche, ne hanno provocato la profonda trasformazione dando luogo alla deposizione di vari carbonati di magnesio e alla contemporanea separazione di silice poi precipitata e cristallizzata in svariate forme ed abiti.

I fluidi idrotermali provengono con ogni verosimiglianza dall'attività del vicino campo geotermico di Larderello.

Le località più importanti dove furono estratti i calcedoni sono ubicate nel settore dell'originaria Tenuta di Monterufoli compreso entro i confini amministrativi del Comune di Pomarance.

La cava in assoluto più importante e più duratura nel tempo è ubicata nei pressi del Podere Monterufolino, nella quale ancor oggi si possono osservare le giaciture delle vene silicee entro le ofioliti alterate. A questa sono da aggiungere le cave un tempo attive nei pressi dei Poderi Sorbi, Gabbra, Malentrata ed altri luoghi.

Nel territorio di Monteverdi grossi filoni erano conosciuti e talvolta coltivati al Poggio Castiglione (detto un tempo Poggio di S. Antonio) e lungo il corso del Torrente Ritasso.

La miniera di lignite di Monterufoli

I giacimenti di lignite della Toscana furono oggetto di grande attenzione da parte del Granduca Leopoldo II allorché negli anni '30 dell'ottocento gli fu prospettata da alcuni suoi consiglieri, specialmente dall'Ingegnere minerario TEODOR HAUPT, la possibilità che nel sottosuolo della Toscana vi fossero grandi riserve di carbon fossile di buona qualità. A quel tempo si contava molto sui carboni fossili per alimentare le caldaie a vapore, fra cui le nascenti locomotive dei treni.

Le più importanti miniere di lignite della Toscana furono aperte a Ribolla, a Montebamboli e a Montemassi, nel grossetano.

A Monterufoli, località già famosa per i magnifici calcedoni di cui si riforniva fin dal secolo XVI l'Opificio Granducale delle pietre dure di Firenze, fu scoperto, negli anni '40 dell'ottocento, un giacimento di lignite, nei terreni dell'omonima Tenuta (circa 4.000 ettari all'epoca), proprietà della famiglia volterrana MAFFEI fin dal 1533. Ben presto iniziarono i lavori di sfruttamento del giacimento che raggiunsero livelli ragguardevoli durante la seconda metà dell'ottocento, tanto da giustificare la costruzione di un'apposita ferrovia (inaugurata il 25 aprile 1872) che, diramandosi dall'asse ferroviario Cecina-Saline di Volterra, in località Casino di Terra, risaliva la valle del Torrente Sterza per una decina di Km, poi la valle del Torrente Ritasso per altri 5 Km, fino a raggiungere la località Podernuovo-Villetta dove aveva sede la miniera.

Pur non raggiungendo mai l'importanza e i livelli di produzione delle miniere del grossetano, a Monterufoli si estraeva la stessa pregiata varietà di lignite picea, di colore bruno, elevato potere calorico e basso contenuto d'acqua e di zolfo.

L'ubicazione della miniera in destra ed in prossimità del Torrente Ritasso era tale che all'epoca

dell'apertura essa ricadeva nel territorio del Comune di Pomarance, poiché il corso del Torrente faceva allora da confine con Monteverdi. Successivamente la miniera, il Podernuovo e l'area limitrofa furono inclusi nel territorio comunale di Monteverdi M.mo.

Osservando la carta geologica di Tavola 1 si nota che nell'area della miniera abbandonata affiora la Formazione geologica delle Argille azzurre (FAA) di facies piacentiana, di età Pliocene inferiore-medio.

La lignite si deposita in ambiente continentale ed in questa regione si trova intercalata ai sedimenti lacustri del Miocene superiore, precisamente entro la Formazione delle Argille del Torrente Foschi, di età Turoliano (Tortoniano superiore). Tale Formazione non affiora mai nel territorio comunale di Monteverdi, né nei dintorni della miniera; essa veniva raggiunta in profondità, al di sotto dell'Argilla azzurra, per mezzo di 2 pozzi d'estrazione da cui si diramavano numerose gallerie trasversali in cui erano aperti i cantieri veri e propri. Due erano gli strati produttivi di lignite (un terzo fu poi scoperto in profondità) separati da un interstrato di marne sabbiose spesso circa 1 metro, con immersione verso sud-ovest e pendenza che dai 40° nei pressi del contatto con l'argilla azzurra decresceva progressivamente a 20° verso il fondo della miniera.

Lo strato superiore era il più importante ed aveva uno spessore variabile da 1,10 a 1,30 metri, mentre lo strato inferiore aveva spessore minore ed era costituito da lignite di minor pregio.

Dopo alterne vicissitudini, durante le quali si avvicendarono alla gestione della miniera singoli imprenditori e società (tra cui la Società carbonifera di Monterufoli che negli anni '70 gestì anche la ferrovia), l'attività mineraria a Monterufoli subì un netto declino a partire dal 1920, per esaurimento dello strato produttivo superiore. Nel 1928 fu smantellata la ferrovia. Negli anni 30, acquisita la proprietà dai conti della Gherardesca, fu tentato un rilancio dell'attività mineraria ma anche a causa della mediocre qualità del carbone estratto dal 2° banco, dopo l'insuccesso di una serie di esplorazioni con pozzi e gallerie di ricerca in aree limitrofe, il Conte Della Gherardesca, ormai persuasosi dell'esaurimento del giacimento, dispose la definitiva chiusura della miniera nel giugno del 1943.

La zona di Villetta e quindi l'area della Miniera, compreso la vecchia stazione ferroviaria, fu incorporata dalla Tenuta di Monterufoli ed è oggi di proprietà della Tenute del Cerro S.p.A.. Tramontata la vocazione mineraria della zona, gli odierni proprietari hanno trasformato la Fattoria di Villetta in Azienda vinicola-faunistico-venatoria-turistica, riportando così alle sue antiche tradizioni agricolo-forestali quel territorio.

Sono presenti a sud del Monte di Canneto tre cave di calcare, di ridotte dimensioni, abbandonate per le quali l'entità del degrado, specialmente in quelle non rinaturalizzate con pareti sub-verticali, può generare distacchi e crolli di blocchi di roccia.

Lago o invasi artificiali

Nelle tenute e presso le aziende agricole sono presenti invasi artificiali di varia estensione e volumetria talora con piccoli sbarramenti in terra a chiusura di valli secondarie e vallecicole con versanti a diversa litologia, prevalentemente argillosa e/o argillitica.

Da segnalare per dimensioni, quelli all'interno dell'Azienda di Monterufoli, quello fra il Podere San Giovanni e Santa Teresa, quello in prossimità del Podere San Luciano e quello in loc. Casanova.

Coltri artificiali e Terrazzamenti

Altre forme antropiche sono le coltri artificiali di riporto messe in opera essenzialmente o per rialzare il piano campagna nelle aree di pianura o per operare riempimenti (ripristini, livellamenti etc.) soprattutto in corrispondenza delle postazioni geotermiche. Vista l'assenza di aree a vocazione artigianale ed industriale, le estensioni e gli spessori delle coltri sono decisamente limitati e non cartografabili in scala 1:5.000. Uniche eccezioni restano la Piazza San Rocco (ad oggi Piazza Falcone e Borsellino) a Monteverdi M.mo, interessata dal riempimento antropico per l'utilizzo pubblico e l'area del Poggettone, soggetta in passato a discarica di RSU, di inerti ed a poligono di tiro militare; indagini ambientali effettuate congiuntamente da ARPAT e Comune di Monteverdi M.mo hanno evidenziato, come riportato sul verbale ARPAT – Dipartimento Provinciale di Pisa prot. 8393 del 31/08/2004, la totale assenza di criticità ambientali dovute alla presenza sia di sostanze radianti che chimiche (metalli pesanti, idrocarburi, IPA) in concentrazioni superiori ai limiti previsti nel DM 471/99.

Forme antropiche collegate alla pratica agricola sono le gradonature ed i terrazzamenti, talora sostenuti al piede da muretti a secco, creati dall'uomo per poter coltivare vigneti, frutteti ed uliveti ed accedere o consolidare terreni ad elevata acclività.

Per la sua posizione geografica decentrata, il territorio comunale di Monteverdi M.mo si trova servito da una rete viaria provinciale secondaria; il territorio non è percorso da strade di grande comunicazione o da linee ferroviarie.

7.2. – I PROCESSI FLUVIALI E DI DILAVAMENTO

In questa categoria sono state inserite tutte quelle forme riconducibili all'azione erosiva delle acque. Pertanto vi ritroviamo le scarpate di terrazzi fluviali, di erosione fluviale, le forme di ruscellamento e dilavamento diffuso nella fascia sub-montana e collinare ed i depositi alluvionali di fondovalle; questi ultimi sono particolarmente significativi dal punto di vista morfologico in quanto individuano aree pressoché pianeggianti.

Sui versanti nudi e nei tratti di crinale (Poggettone, Poggio Matronata, Le Serragliaie, Pod. Cianbella, Poggio all'Olivo, C. Verdeti, Pod. La Pieve, Poggio alle Tegole, Casanova) a prevalente matrice argillosa ed argillitica le acque piovane generano fenomeni erosivi che danno luogo a ruscellamento diffuso e concentrato ("Rill erosion" ed a solchi "Gully erosion"), quest'ultimo accentuando ed approfondendo le naturali linee di impluvio.

Fenomeni di erosione in alveo con scarpate attive sulle sponde sono segnalati in particolare nel tratto iniziale del corso dei Torrenti Massera e Masserella.

Va sottolineato che l'erosione sugli alvei dei torrenti e dei botri è accentuata dove l'acclività

dà all'acqua notevole energia ed in pianura dove i corsi d'acqua assumono un andamento debolmente meandriforme.

In linea con le direttiva del PAI del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, all'interno di questa classe sono state introdotte le forme legate alla possibile evoluzione del processo di erosione di sponda che sviluppano lungo alcuni tratti delle principali aste idriche del Fiume Cornia e del Torrente Massera-Masserella.

7.3 – LE FORME DI VERSANTE

A questo raggruppamento appartengono le più importanti forme di instabilità, cioè i movimenti franosi (attivi, quiescenti, inattivi), i soliflussi, le nicchie di distacco, gli orli di scarpata ed i depositi detritici stabilizzati. Una particolare attenzione è stata posta nel rilevamento delle frane che, come si evince anche dall'analisi della carta in oggetto, si sviluppano in preferenza all'interno delle masse detritiche e dei complessi argillitici e dei flysch con giacitura a franapoggio (Alloctono Ligure). Le aree con maggiori instabilità sono infatti da ricercare nel settore sub-montano, con importanti dissesti anche a genesi complessa, mentre nel settore collinare, i principali dissesti sono dovuti a frane per scivolamento e colamento. Sono state distinte e cartografate le coperture detritiche, diffuse soprattutto lungo i versanti del settore sub-montano, le quali sono riconducibili all'accumulo del materiale colluviale derivante da processi erosivi di smantellamento ed alterazione del substrato sottostante.

I soliflussi si presentano come un susseguirsi di rigonfiamenti ed avvallamenti del terreno, che stanno a testimoniare deformazioni del sottosuolo lente e permanenti, le quali non determinano vere e proprie rotture, coinvolgendo infatti solo la porzione superficiale (1-2 metri) delle coperture detritiche a prevalente matrice argillosa. Un'ulteriore analisi riguarda le scarpate, che rappresentano un elemento morfologico molto importante, la cui tipologia (di degradazione o di deformazione) è indicata nella carta.

Buona parte del territorio centro-settentrionale, soprattutto intorno al Monte di Canneto e nei versanti a sud di Monteverdi M.mo, è stato ed è interessato da fenomeni di gravità: la presenza di queste masse dislocate, la maggior parte delle quali è tuttavia inattiva o naturalmente stabilizzata (frane quiescenti, relitte o inattive), dipende da vari fattori e cioè come prime cause dall'assetto tettonico-strutturale, dalla giacitura degli strati, dall'infiltrazione idrica e dalla composizione litologica, ed in seconda misura dall'acclività dei versanti.

In molti casi l'accumulo detritico (coltri) ha raggiunto un affidabile grado di stabilità, ma talvolta per condizioni di acclività, per azione erosiva dei corsi d'acqua, dei ruscellamenti superficiali o per errati interventi antropici possono manifestarsi locali riprese di frana.

In genere, le aree collinari e montuose del territorio comunale sono interessate principalmente da frane di scorrimento (scivolamento rotazionale) ed in misura minima da quelle di crollo di massa rocciosa da pareti particolarmente ripide.

Le frane di scorrimento, ed anche i soliflussi, si manifestano più frequentemente sui versanti caratterizzati litologicamente da terreni argillosi o con substrato argillitico, quelle di crollo sui versanti dove sono presenti rocce di consistenza litoide (bancate calcareo-marnose, ammassi ofiolitici).

Nell'area sub-montana le frane attive e quiescenti sono spesso ubicate in prossimità di elementi tettonici (lineazioni, faglie, sovrascorrimenti); si sviluppano soprattutto lungo la fascia di contatto fra le formazioni alloctone delle Argille a Palombini (APA) e delle Argilliti di Poggio Rocchino (RCH) con il Flysch di Monteverdi (MTV).

Ampie porzioni di territorio (Cala al Fango, Poggio Lisen, i Rondinini, Piano delle Volte), caratterizzate dalla presenza delle Argille a "Palombini", manifestano una franosità diffusa con continui sblocchettamenti superficiali, favoriti dall'azione di dilavamento delle acque (a rivoli "Rill erosion" ed a solchi "Gully erosion"), dai notevoli spessori di bancate argillitiche e dalla giacitura sfavorevole alla stabilità.

Fra i principali fenomeni attivi che coinvolgono la viabilità principale ed i nuclei abitati si segnalano:

1. la frana delle Fontilame al di sotto dell'abitato di Monteverdi M.mo, riattivatasi per effetti antropici nel dicembre 2005, recentemente stabilizzata con interventi di consolidamento e drenaggio sotterraneo nella porzione di nicchia;
2. le frane di modesta estensione areale, comprese fra Podere il Molino e Fonte al Lupo;
3. la frana di modesta estensione areale, ad est del cimitero di Monteverdi M.mo recentemente stabilizzata con opere di contenimento del piede;
4. la frana che coinvolge la viabilità provinciale (ex s.s. 329) prima del bivio per il campo sportivo di Monteverdi M.mo;
5. la frana di crollo, in stadio evolutivo lungo la S.P. del Lodano protetta con reti anti-caduta;
6. le frane maggiormente estese che coinvolgono, in prossimità di Canneto, sia la carreggiata stradale della ex s.s. 329 che caseggiati isolati.

Fra i principali fenomeni inattivi o quiescenti, che coinvolgono principalmente ammassi caotici detritici derivanti da processi gravitativi attualmente stabili o interessati solo da modesti fenomeni superficiali, si segnalano:

1. le frane di vasta estensione che interessano la ex s.s. 329 a nord di Canneto;
2. le frane di vasta estensione a Sud del centro storico di Monteverdi M.mo;

3. le frane che interessano la carreggiata della ex s.s. 329 fra Canneto e Monteverdi M.mo .

Estese coltri detritiche attribuibili a frane inattive (inserite e classificate dal Distretto come quiescenti) si segnalano soprattutto intorno al Monte di Canneto, lungo il Botro del Guardigiano ed in prossimità dell'abitato di Monteverdi M.mo.

I fenomeni minori che possono dar luogo ad una franosità superficiale diffusa e cioè i soliflussi, si localizzano soprattutto in prossimità dei fondi valle, in coltri detritiche ad elevata componente argillosa.

7.4 – CARTA DEI DISSESTI E DELLE AREE DI EVOLUZIONE PER IL TERRITORIO URBANIZZATO – TAVOLA Q.C. 07 b9

Come richiesto al punto B.2) del D.P.G.R. 5/r, è stata redatta una Carta Geomorfologica di dettaglio, alla scala 1:2.000 denominata Q.C. 07 b9 T.U. Monteverdi M.mo, per il solo Territorio Urbanizzato.

Dove possibile, e nel rispetto dei criteri indicati nel D.D. 4505/2017 è stata indicata per le frane attive la zona di distacco, la zona di scorrimento, la zona di accumulo e l'area di evoluzione del fenomeno franoso.

Per gli altri dissesti, quiescenti, di ridotta estensione, o classificati come franosità diffusa non è stato possibile indicarne le varie zone.

8 – IDRAULICA ED IDROGEOLOGIA

8.1 – IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

Come già scritto nel § 4 il territorio comunale di Monteverdi si sviluppa in area collinare sub-montana, "a cavallo" fra la valle del Fiume Sterza (Affluente del fiume Cecina) a nord e la valle del Fiume Cornia a sud.

Entrambi i corsi d'acqua hanno foce autonoma nel Mar Tirreno, il Cecina nei pressi dell'omonima cittadina, il Cornia nei pressi di Piombino.

L'intero territorio del Comune di Monteverdi ricade nell'ambito dell'ex Bacino Regionale "Toscana Costa" oggi "Bacino dell'Appennino Settentrionale", mentre gran parte è inserito nelle aree sottoposte a tutela del Vincolo Idrogeologico.

La linea spartiacque fra le due valli principali è segnata per un lungo tratto dal tracciato della ex s.s. n. 329 di Bocca di Valle, dal Km 18 nei pressi di Canneto al Km. 27 nei pressi di Casa Matronale. Il tracciato della ex s.s. 329 si snoda infatti lungo il crinale spartiacque fra il Torrente

Ritasso (valle del Cècina) e il Torrente Masserella (valle del Còrnia).

All'interno del territorio comunale la rete idrografica si sviluppa a nord e a sud del suddetto spartiacque con i due sottobacini del Torrente Sterza e tributari (T. Sterzola, T. Rinotri, T. Ritasso, Botro la Vetrice) e del Torrente Màssera e affluenti (T. Masserella, T. Balconao, T. Lodano).

Il settore sud-orientale del territorio comunale (zona Fattoria Consalvo e macchia del Fontino), è tributario del bacino imbrifero del Fiume Cornia, tramite 3 affluenti di destra minori (Botro del Fontino, Botro dei Sugherelli, Botro di Consalvo-S. Marco).

La rete idrografica è suddivisa in corsi d'acqua permanenti o perenni e stagionali. I primi corrispondono ai principali fiumi o torrenti (Cornia, Sterza, Massera, Lodano) che in maniera continuativa hanno uno scorrimento d'acqua superiore ai 120 giorni/anno, i secondi sono invece costituiti da tutti quei botri secondari che solcano le naturali linee di impluvio e convogliano le acque in direzione dell'asta principale che scorre sul fondo valle. Questi ultimi hanno generalmente un comportamento tipicamente torrentizio mediterraneo con alvei in approfondimento e presenza di scorrimento legato al regime termo-pluviometrico; infatti, soprattutto in concomitanza con la stagione secca, si presentano per lungo tempo completamente asciutti.

Il reticolo Idrografico aggiornato e attualmente vigente è stato approvato con Delibera di Consiglio Regionale n. 55/2023 e relativo allegato A integrato con l'allegato della DGRT 1061/2023, riportato interamente nella Carta Idrogeologica e consultabile al seguente link: https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/265.

I corsi d'acqua principali facenti parte el reticolo sono riportati nella tabella sottostante:

Corso d'acqua	Codice
Torrente Balconao o Cornazzaro	PI2465
Botro Calcinaia o Marisaglia	PI265
Fiume Cornia	PI717
Botro del Guardigiano	PI1286
Botro La Vetrice e di Boccanera	PI304
Torrente Màssera	PI2699
Torrente Masserella	PI2700
Torrente Ritasso	PI2804
Botro Rivivo	PI441
Botro del Rivivo	PI442
Torrente Sterza	PI2871
Torrente Sterzola	PI2873
Torrente Lodano o Venante	PI501

Nella Carta Idrogeologica sono stati inoltre evidenziati i tratti "tombati" appartenenti al

reticolo superficiale che attraversano le aree urbanizzate.

I corsi d'acqua facenti parte del reticolo regionale sono tutti soggetti al rispetto dell'Articolo 3 della L.R. 41/2018, che individua la fascia di protezione assoluta del corso d'acqua, coincidente con l'alveo, la gola del corso stesso e con le aree adiacenti al corso d'acqua, per un'ampiezza di 10 metri, misurata a partire dal ciglio di sponda o dal piede esterno dell'argine.

8.2 – ASSETTO IDROGEOLOGICO

Le falde acquifere attualmente sfruttate per uso potabile, sono ospitate dalle Formazioni rocciose permeabili o semipermeabili per fessurazione (Calcarea a *Calpionelle*, Basalti) presenti nel settore nord-orientale. Queste formazioni alimentano la sorgente di San Luciano, saltuariamente utilizzata dall'Enel per l'approvvigionamento degli impianti di perforazione. La stessa formazione con il suo esteso acquifero, è sfruttata a fini potabili, tramite cinque pozzi perforati in due aree distinte a partire dalla metà degli anni '90. In particolare, i due pozzi ubicati in loc. San Luciano (portata complessiva di 3 l/s) sono solo parzialmente utilizzati, mentre gli altri tre pozzi si trovano in prossimità della area ex CIS (portata complessiva di 2,5 l/s) risultano regolarmente allacciati.

L'altra formazione presente in questa parte del Comune, estesamente sfruttata per la captazione di acqua ad uso potabile, sono i Basalti. Da queste rocce scaturiscono e sono captate 5 sorgenti aventi portata complessiva di 3,3 l/s; Per incrementare la produzione di questa formazione, sono stati perforati anche 2 pozzi con portata complessiva di 1,0 l/s ma scarsamente utilizzati nel corso dell'anno.

L'altra importante ed estesa zona di interesse idrogeologico si trova nel versante occidentale del Comune, nell'area in cui affiora il Flysch di Monteverdi M.mo. Di particolare interesse dal punto di vista idrogeologico sono i termini calcarei che presentano una buona permeabilità secondaria per fessurazione.

Tali risorse, in parte già individuate in passato e captate con pozzi profondi, sono state di recente oggetto di un accurato studio geofisico, denominato "progetto dorsale" dallo Studio Eurogeo di Cecina su richiesta del Comune di Monteverdi M.mo. A questa prima fase è seguita la perforazione di alcuni pozzi profondi (da 120 a 200 m), che hanno forniti buoni risultati confermando le buone caratteristiche produttive dei livelli calcarei.

Tra questi si può citare il pozzo eseguito nel 2002 a Il Faro del Castelluccio, profondo circa 150 m con una portata di 2,0 l/s, mentre nel 2005 è stato perforato un secondo pozzo non troppo distante dal primo (meno di 800 m in linea d'aria), profondo 120 m senza che ci sia apparente interferenza fra i due.

Un altro pozzo già perforato ed oggi regolarmente utilizzato è il San Giovanni, eseguito a nord

del centro abitato di Monteverdi M.mo. e spintosi fino a 160 m di profondità, vanta anch'esso un'ottima produzione.

Sempre nell'ambito del "progetto dorsale" è stato perforato un pozzo in loc. San Quirico, per indagare la permeabilità delle rocce individuate nel corso delle indagini geofisiche, ha raggiunto i 200 m di profondità, con più livelli produttivi a partire da 50 m di profondità. Esistono inoltre anche pozzi profondi perforati per conto di poderi privati, come il pozzo eseguito in loc. San Biagio, che raggiunge i 120 m.

Sulla base di questi dati è ipotizzabile, in funzione del volume delle rocce presenti, la profondità e l'estensione delle zone fratturate, ritenere che questi acquiferi (e come intuibile dai risultati del "progetto dorsale"), siano al massimo, fra loro solo parzialmente interconnessi, con scarsa influenza della produzione dei singoli pozzi sull'intero sistema. Questa condizione fa ritenere possibile un graduale incremento dei pozzi esistenti.

Il Flysch di Monteverdi M.mo, presenta anche diverse sorgenti, di cui alcune sono il risultato del drenaggio di coltri detritiche presenti con carattere stagionale e portate insignificanti, altre sono ubicate in prossimità di "accidenti tettonici", o dovute a variazione di permeabilità intraformazionale. Fra tutte, solo la Sorgente "Fonte di Fondo" era, in passato, captata dall'acquedotto comunale (peraltro con portata di 0,5 l/s).

Nel settore Nord, al confine con il comune di Montecatini V.C. dove sono presenti le altre Formazioni permeabili o semipermeabili (come le Serpentiniti ed i Gabbri), non si ha una particolare diffusione di sorgenti.

Nessuna o modestissime falde locali sono presenti nelle aree di affioramento delle Argille a Palombini (APA e APA1), delle Marne e Calcari (CAA:c), delle brecce a prevalenti clasti ofiolitici (CAAb) dei Diaspri del Monte Alpi (DSA) e nei piccoli lembi di F. del Torrente Raquese (RAQ), Macigno (MAC), Conglomerato di Gambassi (GAM), sabbie di San Vivaldo (SVV), Conglomerati del Lago Boracifero (CLB), Calcare di Pomarance (SDA1).

In pianura falde freatiche apprezzabili - anche se di modesta portata e talvolta stagionali - sono presenti nei fondo-valle dei corsi d'acqua principali, ossia: Torrenti Sterza e Ritasso nella zona nord del Comune e i Torrenti Balconai, Massera. A margine del "progetto dorsale" sono stati eseguiti due pozzi, uno nelle alluvioni del Cornia e l'altro nella piana alluvionale del torrente Massera in prossimità della confluenza con il Lodano. Entrambi i pozzi sono risultati produttivi.

8.3 – LA RISORSA IDRICA NEL COMUNE – POZZI E SORGENTI

Gli acquiferi idropotabili che alimentano l'acquedotto pubblico del Comune di Monteverdi M.mo sono rappresentati dal complesso geologico delle Ofioliti con rocce calcaree, diaspri e gabbri

che affiorano principalmente nei rilievi settentrionali del territorio.

Le aree si trovano nella fascia pedemontana del monte di Canneto con sorgenti e pozzi che complessivamente forniscono durante la stagione estiva una portata di 1,5 l/sec. Il bilancio degli acquiferi del monte di Canneto, come riportato in Ghezzi et al. del 1995, è rappresentato da una ricarica di 2,0 l/sec, che esclude la possibilità di sfruttare ulteriormente tale acquifero.

Complessivamente con la sorgente delle "Celle" che porta acque nelle rocce "verdi", l'acquedotto pubblico può contare nel periodo estivo una portata pari a circa 2,2 l/sec.

Le recenti ricerche idriche, iniziate a partire dal 2002, si sono sviluppate principalmente verso il Flysch di Monteverdi M.mo e le alluvioni ciottolose e sabbiose della pianura del Massera e del Cornia. Complessivamente i pozzi di ricerca eseguiti sul flysch hanno permesso di valutare in circa 1,5 l/sec la potenzialità di tale acquifero, mentre nei depositi alluvionali i sondaggi di ricerca hanno individuato la risorsa in 9 l/sec.

L'Amministrazione Comunale, nell'ambito dello sviluppo urbanistico si è trovata alla fine del '900 a dover affrontare un deficit estivo nella fornitura di acqua potabile. Come descritto l'approvvigionamento potabile derivava da una serie di pozzi e sorgenti; durante il deficit veniva incrementato con cisterne.

La tabella sottostante, mostra come nel periodo estivo si abbia una netta diminuzione delle portate delle sorgenti; l'aumento invece della richiesta, legato all'afflusso idrico, porta ad un conseguente deficit idrico nella distribuzione.

Potenzialità idriche comunali		
Potenzialità idriche attuali	Produttività invernale (l/sec)	Produttività estiva (l/sec)
Sorgenti	3,2	0,7
Pozzi	2,1	1,5
Totale erogazione giornaliera	5,3	2,2

Nell'ambito di potenziamento della rete acquedottistica esistente il Comune ha deciso di indagare le seguenti aree:

AREA 1 – la pianura alluvionale adiacente il Torrente Massera ed il Fiume Cornia con acquiferi nel complesso recente ghiaioso-sabbioso.

AREA 2 – la dorsale di Poggio Castelluccio – Poggio san Quirico – Poggio san Giovanni con acquiferi fratturati nel complesso calcareo del Flysch di Monteverdi.

AREA 3 – le colline del bacino Ritasso Malentrata e Celle con acquiferi nel complesso magmatico ofiolitifero.

Nella tabella, sempre fornita da ASA Spa, si riportano i risultati dei pozzi perforati dal 2002 al

2005:

Pozzi di recente perforazione						
Area	Complesso idrogeologico	Località	Postazione	Portata l/sec	Profondità m	Parametri idrogeologici
1	all	Pod. Grassi	P1	3,0	11	K= 1,9 10 ⁻³ m/s T= 1,9 10 ⁻² m ² /s
		Pod. Bianchi	P2	6,7	25	
2	MTV	Castelluccio	P1	0,7	150	-
		Selvaccia	P2	0,7	120	
		S. Quirico	P3	0,3	140	
		S. Giovanni	P4	0,3	160	
3	S -CAA	Le Celle	P2		150	
		Casa Gabro	P3		65	

L'ultima zona ad essere investigata è stata l'area del Ritasso – Malentrata - Le Celle. Gli studi geofisici hanno permesso di individuare una struttura sinclinalica all'interno delle ofioliti. Sono stati quindi realizzati n.2 pozzi e relativa condotta di captazione fini all'allacciamento con la condotta esistente dell'acquedotto delle Celle. Ad oggi, come già riportato, è presente una sorgente captata nel Comune di Pomarance negli anni 1987-1990, la cui condotta arriva fino all'abitato di Canneto, e da qui a Monteverdi M.mo. I nuovi pozzi garantiscono una produttività di circa 1,0-1,5 l/sec che copre le emergenze estive per entrambi i centri abitati del Comune. I recenti lavori di potenziamento dell'acquedotto, alimentato con i pozzi che captano sulla pianura alluvionale e nel flysch, hanno consentito di far sì che non si verificano fenomeni di deficit idrico durante il periodo estivo.

Qui di sotto si riporta la tabella riassuntiva dei principali pozzi e sorgenti presenti sul territorio di Monteverdi M.mo:

Elenco delle principali sorgenti e dei pozzi del territorio comunale				
N°	Nome della Sorgente/Pozzo	Località	Formazione geologica	Note
1	S. San Luciano	San Luciano	Calcarei a Calpionelle	Uso industriale saltuario
2	S. I Docci	Canneto	Basalti	Portata = 0,5 l/s non utilizzata per acquedotto
3	S. Miniera	Loc. La miniera - Canneto	Basalti	Portata = 0,5 l/s
4	S. Fonte di Fondo	Monteverdi M.mo	Flysch di Monteverdi M.mo	Portata = 0,5 l/s
5	S. Nuova Sorgente	Canneto	Basalti	Portata = 1,5 l/s
6	S. Mazzagaglia	Molino di Mazzagaglia Canneto	Basalti	Portata = 0,3 l/s
7	S. Venelle	Loc. La miniera - Canneto	Basalti	Portata = 0,5 l/s

8	P. San Luciano 1	San Luciano – La Steccaia	Calcari a Calpionelle	Portata = 2,0 l/s
9	P. San Luciano 2	San Luciano – La Steccaia	Calcari a Calpionelle	Portata = 1,0 l/s
10	P. CIS 1	Cava Ex CIS - Canneto	Calcari a Calpionelle	Portata = 1,0 l/s
11	P. CIS 2	Cava Ex CIS - Canneto	Calcari a Calpionelle	Portata = 0,5 l/s
12	P. CIS 3	Cava Ex CIS - Canneto	Calcari a Calpionelle	Portata = 1,0 l/s
13	P. Miniera	Loc. La Miniera - Canneto	Basalti	Portata = 0,5 l/s
14	P. Parco Canneto	Canneto	Basalti	Portata = 0,5 l/s
15	P. San Giovanni	Il serbatoio – Monteverdi M.mo	Flysch di Monteverdi M.mo	Prove di emungimento in corso
16	P. Faro del Castelluccio	Il Castelluccio	Flysch di Monteverdi M.mo	Portata = 2,0 l/s
17	P. San Biagio	Pod. San Biagio	Flysch di Monteverdi M.mo	Falda a -28,45 m da p.c.
18	P. San Quirico	Loc. San Quirico	Flysch di Monteverdi M.mo	Portata = 1,0 l/s
19	P. Cisternino	Pod. Cisternino	Flysch di Monteverdi M.mo	Falda a -9 m da p.c.
20	P. Faro del Castelluccio 2	Il Castelluccio	Flysch di Monteverdi M.mo	Falda a -69 m da p.c.
21	P. Pratella	Loc. Valle del Massera	Alluvioni	Falda a -2,8 m da p.c.
22	P. Guado sul Cornia	Loc. Guado sul Cornia	Alluvioni	Portata = 2,2 l/s

Vista la scarsità di risorsa superficiale, ad esclusione delle aree pianeggianti alluvionali, la distribuzione dei pozzi è strettamente collegata alla distribuzione dei poderi e delle case coloniche sul territorio; laddove non sia possibile reperire comunque una risorsa naturale (sotterranea, superficiale o di sorgente) spesso si ricorre all'utilizzo di cisterne o bacini di stoccaggio e riutilizzo di acque piovane, soprattutto per usi domestici ed irrigui.

Pozzi e sorgenti sono del tutto assenti in corrispondenza degli affioramenti argillosi del Pliocene e dei litotipi a granulometria fine miocenici. In queste zone sono numerosi gli invasi ed i modesti pelaghi ad utilizzo agrario.

8.4 – CARTA IDROGEOLOGICA – TAV. Q.C.07 c6 – c7

Nella Carta Idrogeologica, sono rappresentati i principali elementi di interesse idrogeologico, quali:

- Sorgenti con indicazioni anche di quelle ad uso idropotabile sia pubblico che private
- Pozzi ad utilizzo idropotabile
- Pozzi ad utilizzo civile, domestico, agricolo e per la produzione di beni e servizi
- Pozzi geotermici

- Aste del reticolo di riferimento della Regione Toscana, compresi i tratti tombati
- Tratti tombati derivanti da rilevamento specifico, non presenti nel reticolo di riferimento
- Aree in subsidenza come cartografate nel Progetto di PAI "Dissesti Geomorfoloici" dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (non presenti nel territorio comunale di Monteverdi M.mo)
- Sovrascorrimenti e faglie presunte
- Laghi e invasi di varia natura.

Di sfondo ai suddetti elementi è stata elaborata una cartografia che classifica i litotipi in base ai possibili acquiferi presenti in ognuno di essi ed al relativo grado di vulnerabilità della risorsa idrica.

Per l'ubicazione dei dati puntuali (pozzi e sorgenti) è stato fatto riferimento al Database fornitoci dal Genio Civile del Valdarno inferiore, settore procedure tecnico autorizzative in materia di acque. Il Database è stato confrontato con quello messo a disposizione dall'Ente gestore delle acque ASA, e con quello dell'Autorità Idrica Toscana AIT. I casi dubbi sono stati condivisi con il responsabile del Genio Civile del Valdarno inferiore Geol. Giovanni Testa, pervenendo alle perimetrazioni riportate in cartografia.

In cartografia sono state riportate anche le fasce di rispetto di 200 metri ai sensi del D.L. 152/2006 per ogni punto di captazione di acque ad uso idropotabile. Considerando comunque la non coerenza tra i vari Database utilizzati, nei casi dubbi si rimanda alla individuazione puntuale di tale fascia a partire dal punto di prelievo rilevato in sito.

In cartografia sono stati indicati anche i principali sovrascorrimenti tra unità tettoniche e le faglie presunte, poiché in particolari condizioni questi lineamenti possono rappresentare vie preferenziali per lo scorrimento delle acque ipodermiche.

Sono stati evidenziati gli specchi d'acqua cartografati nella Carta Tecnica Regionale; nella stragrande maggioranza dei casi si tratta di piccoli invasi o pelaghi in escavo di origine antropica utilizzati per fini irrigui.

8.4.1 – Tipologia acquiferi

La classificazione dei litotipi che fa da sfondo alla Carta Idrogeologica rappresenta la sintesi dell'assetto idrogeologico del territorio comunale, con l'individuazione dei principali corpi idrici sotterranei e la definizione dell'esposizione della risorsa idrica (vulnerabilità).

Di seguito sono riportati gli acquiferi significativi che caratterizzano il territorio comunale, elencati sulla base della tipologia e del grado di vulnerabilità della risorsa sotterranea. Per vulnerabilità si è inteso la propensione dei suoli e degli acquiferi a subire inquinamenti da parte di agenti ed elementi immessi in ambiente da una qualsiasi attività dell'uomo (industriale, artigianale, civile etc) in funzione delle principali caratteristiche idrogeologiche dei terreni.

- **Afs:** Acquifero di tipo freatico e semi-freatico ospitato nei depositi alluvionali recenti/olocenici fini di fondo valle caratterizzati da sedimenti misti, a tratti ghiaiosi. La consistenza di questo acquifero è limitata ad una ristretta fascia lungo gli alvei e pertanto in interscambio e/o ricarica con il reticolo idraulico superficiale.

Vulnerabilità molto elevata

- **Aaf:** Acquifero artesiano di tipo fratturato all'interno dei complessi flyshoidi ed ofiolitici. Le fratture non sterili si rinvencono generalmente oltre i -30 m.

Presenta una scarsa protezione di suolo, una buona capacità di infiltrazione e possono rappresentare serbatoi acquiferi che alimentano sorgenti di media portata. Talvolta le portate sono tali da poter essere sfruttate con opere di captazione.

Questi ammassi rocciosi fratturati sono considerati come zone di ricarica idrogeologica.

Vulnerabilità media

- **AaI:** Acquifero artesiano a medio-bassa potenzialità nei depositi pliocenici e pleistocenici in matrice sabbioso-limosa talora ghiaiosa, protetti al tetto da sedimenti prevalentemente limo-argillosi. Si rinviene generalmente a profondità comprese fra -10 ed i -30 m da p.c.

Vulnerabilità bassa

- **Ans:** Acquiferi non significativi. Si intendono tutte quelle zone dove l'affioramento di litologie da scarsamente permeabili ad impermeabili (formazioni plioceniche, mioceniche, flysch argillitici, coltri detritiche) non permette la presenza di una significativa circolazione sotterranea di tipo freatico o artesiano. Talora in profondità è possibile individuare livelli acquiferi poco produttivi in orizzonti sabbiosi o fratturati comunque sempre oltre i - 30/50 m.

Vulnerabilità molto bassa

8.5 – AREE IN SUBSIDENZA DA PROGETTO DI PAI

Nel progetto di PAI "Dissesti Geomorfologici" dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, consultabile al seguente link https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/326, non è segnalata la presenza di zone subsidenti significative nel territorio comunale di Monteverdi M.mo.

Le uniche zone interessate da anomalie interferometriche (Fig.6) presenti, sono quelle a Est del Monte di Canneto dove si ha la presenza della centrale di estrazione geotermica e quelle in località "Cala al Fango" dove è presente un'ampia zona a franosità diffusa.

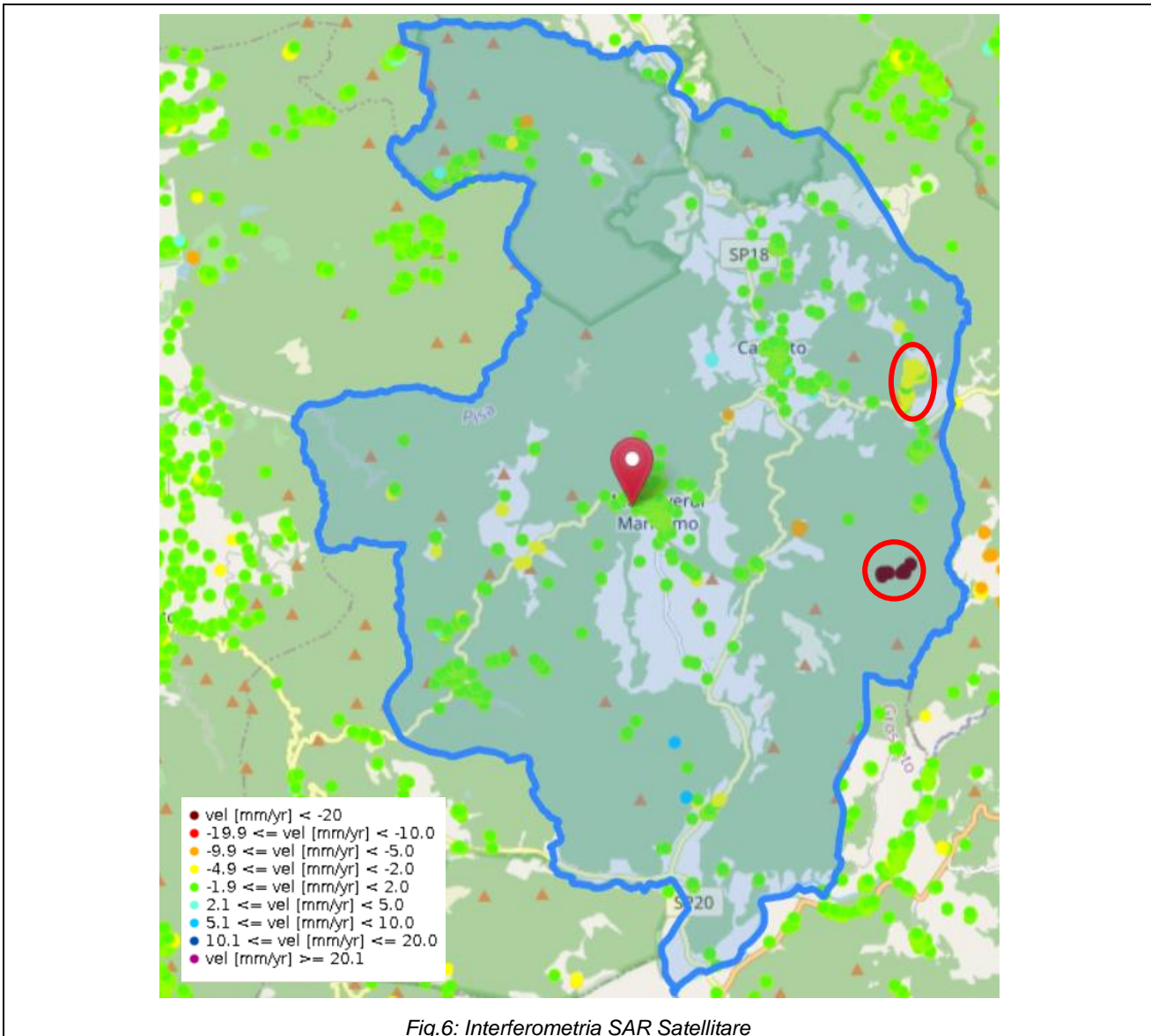


Fig.6: Interferometria SAR Satellitare

Come è possibile osservare dalla Fig.7 l'area geotermica, situata in corrispondenza di una lineazione tettonica con franosità diffusa quiescente, è soggetta a micro assestamenti che vanno dai -2,0 mm/anno ai -4,9 mm/anno; viceversa in Fig. 8 per quanto riguarda le aree a franosità diffusa attiva si registrano abbassamenti di <-20 mm/anno.

Tuttavia in campagna non si riscontrano e non si rilevano lesionamenti di edifici dovuti a fenomeni localizzati di subsidenza.

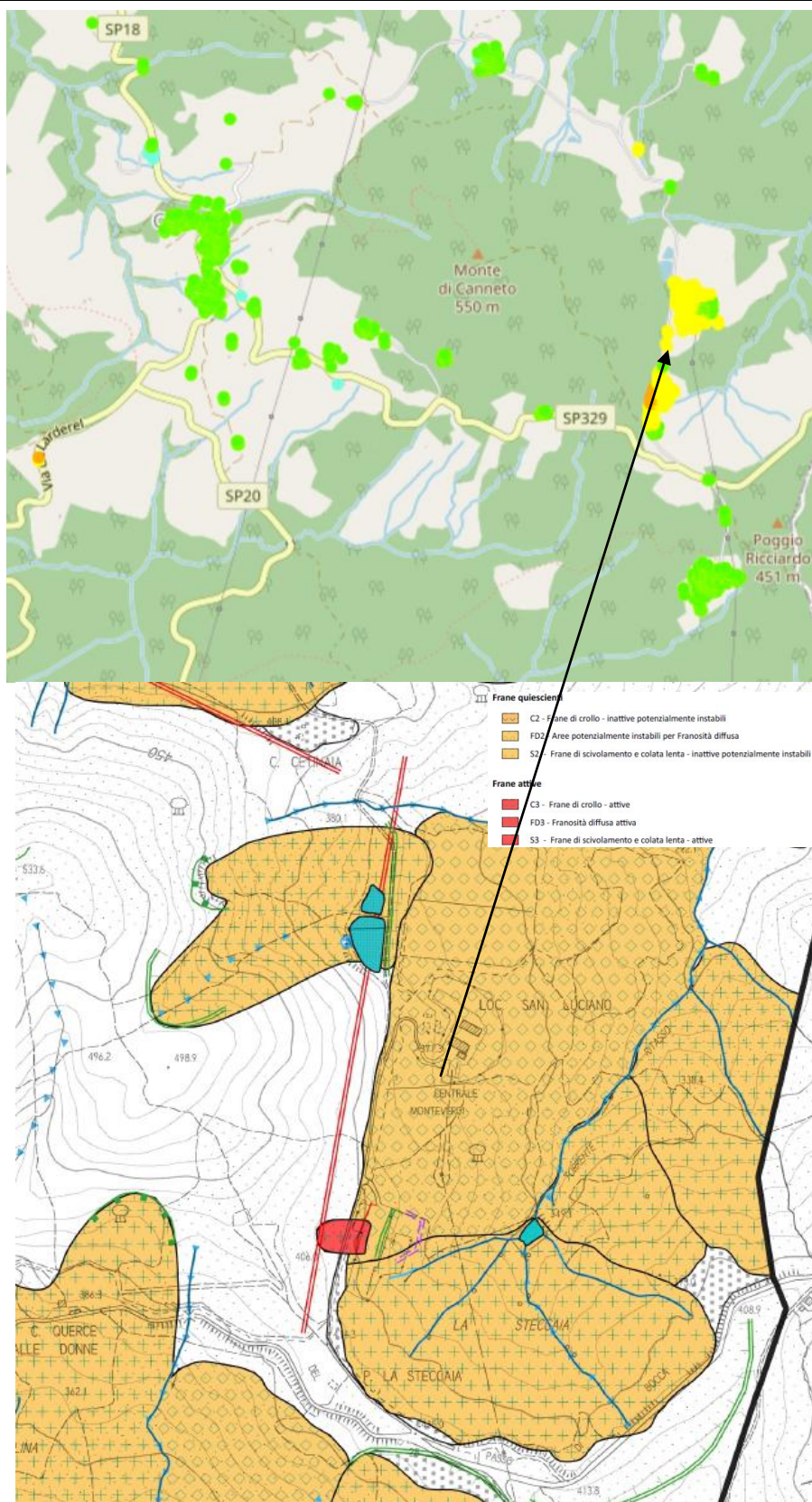
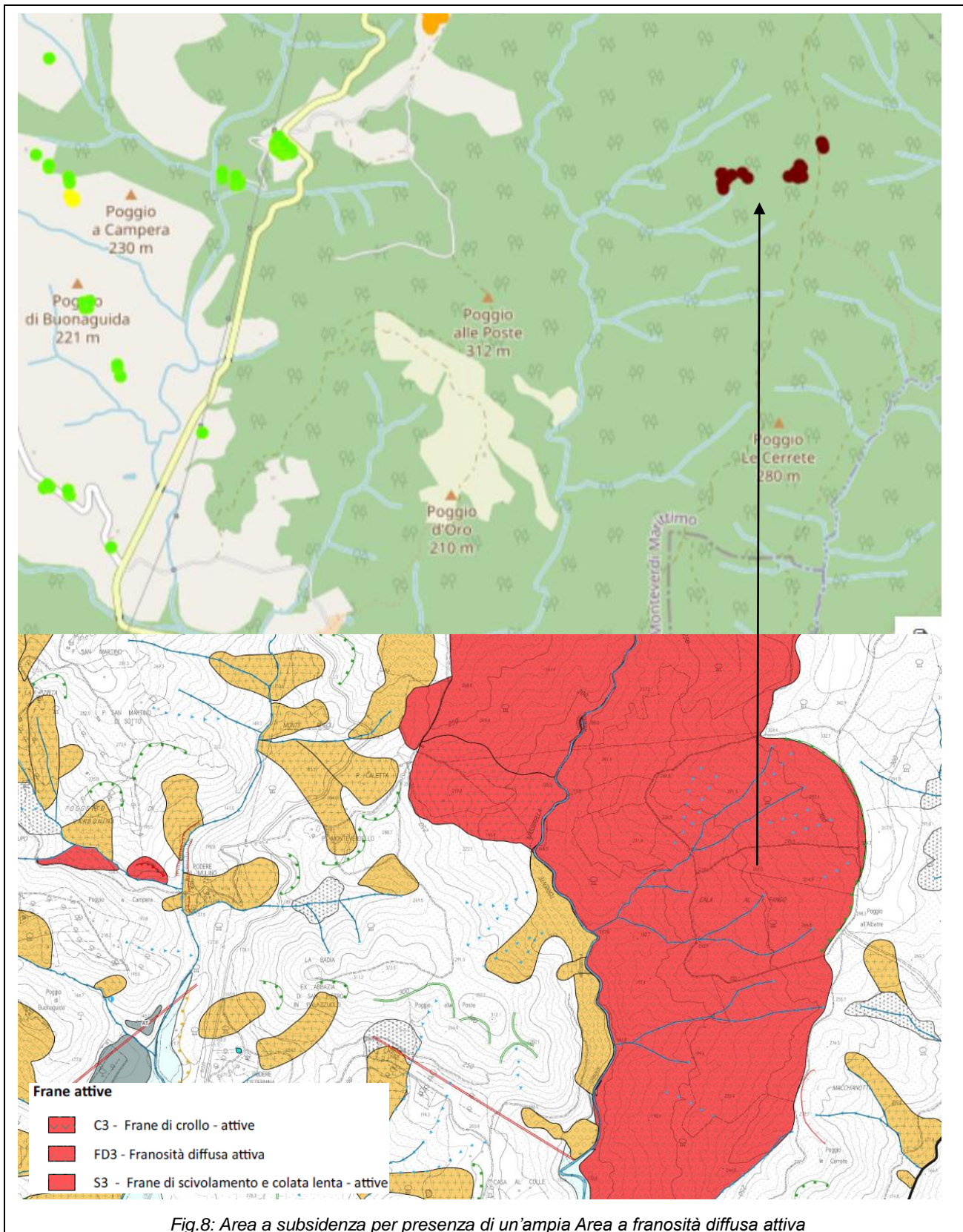


Fig. 7: Area a subsidenza con presenza di Pozzi geotermici, lineazione tettonica e franosità diffusa



9 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA – TAVOLA Q.C. 07 d6-d7

L'analisi ragionata degli aspetti geologici, litotecnici e geomorfologici ha permesso di definire le condizioni di pericolosità geologica del territorio comunale, sulla base dei criteri dettati dal DPGR 30/01/2020 n.5/R.

Di seguito si riportano le situazioni delle varie classi di pericolosità:

Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo;

Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi;

Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi;

Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Nella carta di Pericolosità Geologica sono stati inoltre evidenziati i perimetri dei fenomeni franosi validati dall'Autorità di Bacino Distrettuale distinti nelle 3 classi "P4, P3a e P2" presenti all'interno del territorio comunale.

10 - CARTA DELLE INDAGINI E DEI DATI DI BASE - TAVOLA Q.C. 07 e2 e3 e4

La Carta dei Dati di Base riporta la posizione delle indagini effettuate sul territorio comunale per la conoscenza del sottosuolo. Le indagini geognostiche e geofisiche raccolte per la stesura della Carta e del Database, provengono dai precedenti strumenti urbanistici, dall'archivio comunale, dall'archivio del Geol. S. Crocetti, dall'archivio ENEL, dalla banca dati del ISPRA e PTC della

Provincia di Pisa nonché dalle indagini sismiche condotte a supporto degli studi di microzonazione sismica eseguite nel gennaio del 2024.

Durante la campagna di indagini condotta nel gennaio-febbraio 2024 sono stati realizzati:

- N. 11 misure di microtremori (HVSR);
- N.4 profili sismici di superficie (MASW).

Tutti i dati disponibili sono stati selezionati in ragione della loro utilità per la definizione delle caratteristiche geologico-tecniche e sismiche del substrato del territorio, ottenendo:

- **Banca Dati Geognostica:** insieme di indagini geognostiche utili alla definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e tecniche del territorio, differenziate come segue:
 - sondaggi a carotaggio continuo
 - sondaggi a distruzione
 - saggi geognostici
 - prove penetrometriche statiche CPT
 - prove penetrometriche dinamiche leggere DPL
 - prove penetrometriche dinamiche medie DPM
 - prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH
 - prove penetrometriche dinamiche in foro SPT
 - indagini geotecniche di laboratorio

- **Banca Dati Geofisica:** insieme di indagini geofisiche distribuite utili ad inquadrare al meglio le caratteristiche sismiche del territorio, differenziate come segue:
 - misure di microtremori a stazione singola HVSR
 - profili sismici di superficie MASW
 - misure di microtremori in array bidimensionale ESAC
 - profili sismici a rifrazione
 - indagine sismica down-hole
 - indagini geoelettriche.

Tutte le indagini sono state organizzate in un database strutturato come richiesto negli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" redatti dalla "Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica", versione 4.2.

Come è evidente dalla visione delle Tavole Q.C. 07 e2 e3 e4, parte delle indagini raccolte ricade all'esterno del perimetro del territorio urbanizzato, all'interno del quale vengono circoscritti gli studi di Microzonazione Sismica. Questi dati hanno permesso comunque di caratterizzare a livello generale i depositi analizzati, contribuendo alla definizione del modello geologico di riferimento.

E' inoltre importante sottolineare che la numerazione delle singole indagini riportata all'interno della "Carta delle indagini e dei dati di base" rispetta le indicazioni degli Standard di rappresentazione di Microzonazione Sismica.

Per risalire direttamente ai report dell'indagine, contenuti nelle cartelle "Banca Dati" (Q.C. 07 q2-q3), è possibile consultando la "lettera" ed il "numero" (Ln e Pn) che contraddistinguono la prova indicata nella carta.

10.1 – LE INDAGINI GEOFISICHE

La ricostruzione della geometria sepolta dei diversi corpi geologici non può compiersi valendosi del solo rilevamento di superficie ed inoltre, ai fini della caratterizzazione delle diverse unità in ambito sismico, è necessario definire, nelle diverse parti del territorio, i principali contrasti d'impedenza sismica potenzialmente responsabili di fenomeni di risonanza e quindi d'amplificazione del moto sismico atteso in superficie.

A questo scopo, è necessario caratterizzare i diversi litotipi presenti in termini di rigidità, ovvero dei differenti valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio (VS).

Per integrare le informazioni già disponibili ottenute attraverso le indagini geofisiche pregresse e, più in generale, per fornire informazioni di supporto alla formulazione del modello sismo-stratigrafico del sottosuolo dei centri abitati appartenenti al Comune di Monteverdi M.mo il sottoscritto ha condotto una campagna di misure geofisiche nel 2024.

Le indagini esistenti sono state integrate dal Geol. Sergio Crocetti con ulteriori n.4 indagini MASW e con l'esecuzione di n. 11 misure di frequenze naturali dei terreni (HVSr).

La tecnica geofisica utilizzata è quella della sismica passiva, legata cioè alla misura delle vibrazioni ambientali a stazione singola (tecnica HVSr), che a sismica attiva (Masw). Una descrizione generale di questo genere di procedure si può trovare in Foti et al. (2011).

10.1.1 Esecuzione della campagna di misure di vibrazioni ambientali a stazione singola (HVSr)

Con l'intento di valutare la presenza dei suddetti fenomeni di risonanza, potenzialmente responsabili di locali amplificazioni del moto sismico, è stata realizzata nelle aree urbanizzate una campagna di misure di vibrazioni ambientali a stazione singola, facendo uso di un sismografo tridirezionale, le cui acquisizioni sono state analizzate secondo l'approccio HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratios).

Nella suddetta campagna di acquisizione, eseguita dal Geol. Roberto Maggiore e dal Geol. Sergio Crocetti, è stato impiegato il tromografico digitale SR04 a tre componenti prodotto da SARA Electronic Instruments s.r.l., dotato di un sistema di acquisizione a 24 bit effettivi.

Le 11 misure effettuate, in aggiunta alle precedenti (n. 6) inserite nella Carta dei Dati di Base, hanno coperto la totalità delle ristrette aree urbanizzate.

HVSR	LOCALITA'	Latitudine	Longitudine	DATA
P169	Canneto - Tratto iniziale Via Garibaldi	43.200830	10.7370092	30/12/2023
P170	Canneto – Sala polifunzionale comunale	43.200230	10.734430	30/12/2023
P171	Canneto – Sp329 Bocca di Valle	43.198070	10.739290	30/12/2023
P172	Canneto – Campo da Tennis	43.201561	10.783270	30/12/2023
P173	Monteverdi – Davanti sede comunale	43.1771359	10.7150488	30/12/2023
P174	Monteverdi – Via le Querciolaie	43.180437	10.711739	30/12/2023
P175	Monteverdi – Cimitero	43.1791683	10.7141323	30/12/2023
P176	Monteverdi – Spogliatoio	43.1777926	10.7134400	30/12/2023
P177	Monteverdi – Villa le Querciolaie	43.1792475	10.7084750	30/12/2023
P181	Monteverdi – Piazza San Rocco	43.1775608	10.7160603	29/01/2024
P182	Monteverdi – Condominio le Querciolaie	43.177598	10.716030	29/01/2024

Tabella. Elenco delle indagini HVSR eseguite nel 2023-24. Le coordinate sono espresse nel sistema di riferimento WGS84 UTM 33N così come previsto negli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica".

Obiettivo di queste misure è l'individuazione di possibili fenomeni di risonanza sismica indotti dalla presenza in profondità di contrasti di impedenza sismica capaci di intrappolare le onde sismiche e produrre fenomeni di amplificazione potenzialmente pericolosi. In particolare, attraverso queste indagini è possibile individuare quali frequenze di vibrazione del terreno potrebbero essere oggetto di amplificazione (frequenze di risonanza). D'altro canto, il valore di queste frequenze è determinato dal rapporto fra la velocità media delle onde S nelle coperture e lo spessore di queste ultime, secondo la seguente equazione:

$$v_0 = \frac{V_s}{4H} \quad H = \frac{V_s}{4v_0}$$

Per questo motivo, i risultati di queste misure possono essere utilizzati per vincolare il modello geologico e, una volta note le velocità delle onde di taglio nelle coperture, definire la morfologia sepolta del basamento sismico o delle unità litostratigrafiche che costituiscono il substrato geologico.

Per una prima valutazione di queste profondità si può fare riferimento alla tabella che segue (Tab.5; Albarello e Castellaro, 2011) grazie alla quale è possibile attribuire una stima (assai approssimativa) della profondità dell'interfaccia risonante a partire dalla misura della frequenza di risonanza dedotta dalle misure HVSR.

F_0 (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

Figura 9: Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (F_0) determinate dalle misure H/V (Albarello D., Castellaro S., 2011)

10.1.2 Esecuzione della campagna sismica MASW

Per meglio utilizzare a fini sismostratigrafici le informazioni fornite dalle misure a stazione singola è quindi necessario disporre di stime delle velocità di propagazione delle onde di taglio nelle coperture.

A questo scopo ad integrazione delle misure già disponibili, sono state eseguite n. 4 indagini sismiche di tipo MASW.

MASW	LOCALITA'	Latitudine	Longitudine	DATA
L42	Canneto – Via san Sebastiano	43.1979121	10.7377531	28/12/2023
L43	Canneto – Via della Fonte	43.2006752	10.7369067	28/12/2023
L44	Canneto – Via Sandro Pertini	43.2002196	10.7382923	28/12/2023
L45	Monteverdi – Via le Querciolaie	43.1791743	10.7129093	28/12/2023

Tabella. Elenco delle indagini MASW eseguite nel 2023-24. Le coordinate sono espresse nel sistema di riferimento previsto WGS84 UTM 33N così come previsto negli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" e sono riferite al punto centrale dello stendimento.

Le indagini sono state effettuate, dal Geol. Roberto Maggiore e dal Geol. Sergio Crocetti, e con sismografo analogico a 24 canali "SYSMATRACK" prodotto da M.A.E. S.r.l. effettuando uno stendimento costituito da 24 geofoni con frequenza pari a 4,5 Hz ed una spaziatura intergeofonica di 1,5 m.

I metodi di utilizzo delle MASW sono di tipo attivo e passivo; nel primo caso il concetto è quello di energizzare verticalmente con i metodi tradizionali e procedere ad un'analisi del segnale non più nel campo nel tempo, come si fa abitualmente con la rifrazione, ma nel dominio della frequenza. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5/10 Hz e 70/100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiali del suolo, generalmente compresa nei primi 30m-50m, in funzione della rigidezza del suolo e delle caratteristiche della sorgente. Nel caso

invece del metodo passivo, denominato anche MASW o ReMI a seconda degli autori, l'analisi delle frequenze viene condotta su registrazioni, che in questo caso devono essere prolungate per un tempo sufficientemente lungo, dei "naturali" rumori di fondo.

Da queste misure è possibile ottenere stime della velocità di propagazione di Rayleigh in funzione della frequenza al di sotto dello stendimento (curve di dispersione). Mediante opportune tecniche di inversione numerica condotte considerando congiuntamente le curve di dispersione e le curve ottenute dalle misure HVSR in corrispondenza di ciascun Masw, è possibile stimare i profili di velocità delle onde di taglio nelle diverse zone esaminate. Queste stime possono poi essere utilizzate per valutare le profondità dell'interfaccia risonante al di sotto dei diversi punti di misura, con una accuratezza maggiore di quella ottenibile attraverso il semplice abaco riportato in Fig.9.

10.2 – LA GEOTERMIA

L'area interessata alla geotermia nel Comune di Monteverdi M.mo si estende per circa 25 kmq e rappresenta l'attuale bordo occidentale del campo geotermico di Larderello.

Dal punto di vista geologico-stratigrafico, questa zona è un alto strutturale del substrato metamorfico, con totale assenza per denudazione tettonica (fenomeno della serie ridotta), della sequenza carbonatico-evaporitica della serie toscana, di norma contenente il serbatoio geotermico superficiale del campo geotermico di Larderello. Il *Cap-rock*, ossia le formazioni impermeabili che fungono da chiusura del sistema, poggiano direttamente sulle formazioni metamorfiche.

I livelli produttivi intercettati durante la perforazione dei pozzi geotermici sono distribuiti in tutte le litofacies¹ (Filladi nel Canneto 4A e 4B, Micascisti nel Badia 1A, nel Monteverdi 2 e Gneiss nel Badia 1, nel Canneto 4, nel Monteverdi 2B, nel Monteverdi 5A e nel Monteverdi 7) del basamento metamorfico, dalla profondità di -1500 a -3300 metri.

Durante la perforazione di alcuni pozzi sono stati incontrati filoni granitici mineralizzati.

La temperatura presente nel serbatoio varia da 270° a 370° C, con pressioni di chiusura del campo di 7 Mpa.

Lo sviluppo geotermico

L'esplorazione nell'area di Monteverdi è iniziata negli anni '50 e '60 come sviluppo delle contigue aree di Lagoni Rossi e Lustignano, è proseguita poi negli anni '70 con l'esecuzione di un pozzo esplorativo profondo presso la miniera di Villetta; questi pozzi, mirati all'individuazione del serbatoio superficiale nelle formazioni carbonatico-evaporitiche, sono risultati tutti non produttivi.

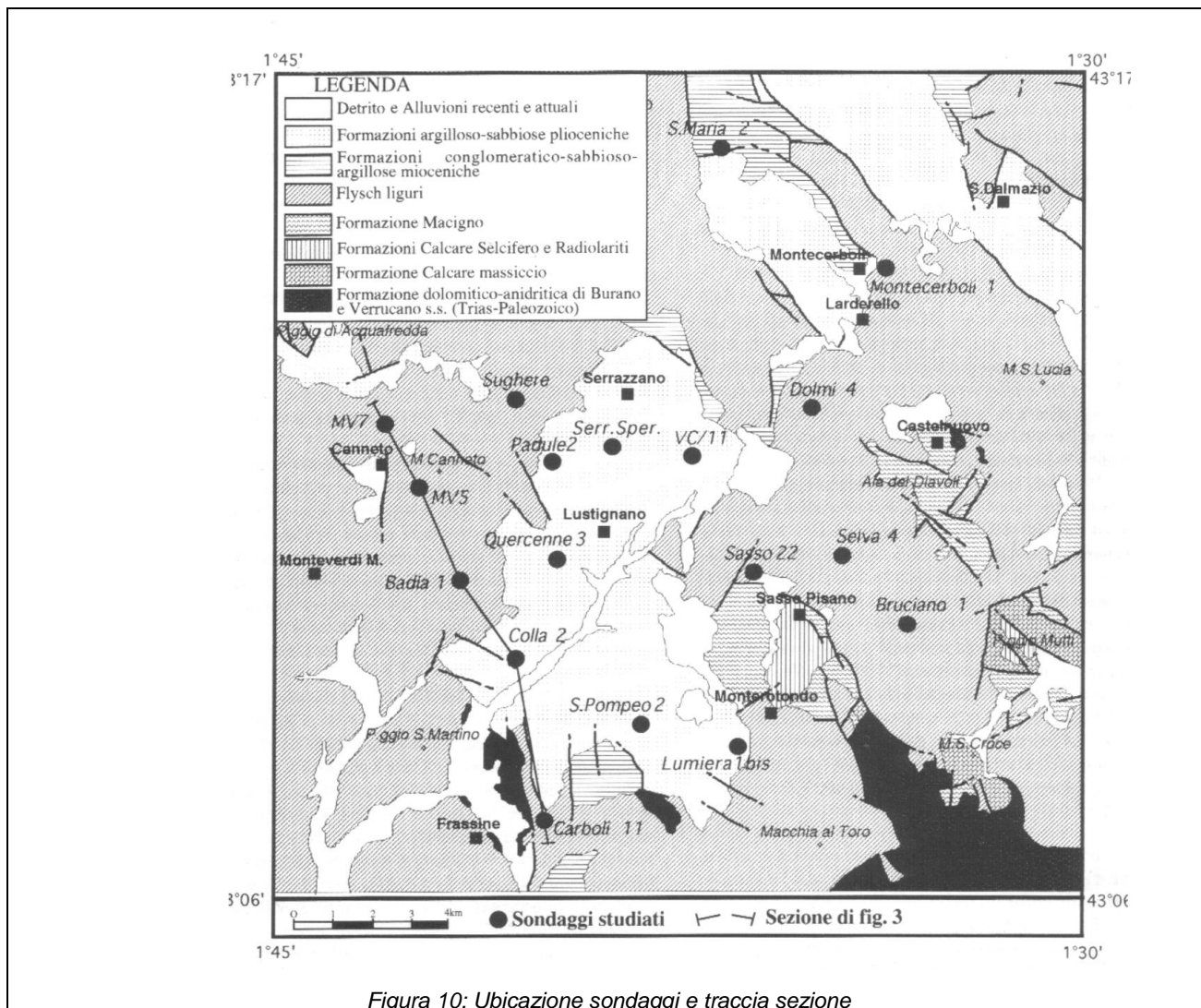
Successivamente a partire dagli anni '80, grazie all'utilizzo di impianti di perforazione più moderni e alle nuove conoscenze scaturite dalle informazioni fornite dai rilievi geofisici (sismica a riflessione e 3D), è stato possibile raggiungere obiettivi a profondità più elevate, trovando

produzione nelle formazioni metamorfiche, arrivando a perforare pozzi di oltre - 4000 m. Il campo geotermico viene attivamente mantenuto e all'occorrenza integrato con nuovi pozzi.

Nei programmi di esplorazione del campo geotermico, Enel S.p.a. ha presentato nel 1995 un progetto che (Baldi P. et Alii. 1995 - Geothermal Research in the Monteverdi Zone – Western border of the Larderello Geothermal field; 1995 IGA World Geothermal Congress – pp 693) prevedeva di perforare 30 pozzi (alcuni dei quali fuori del territorio comunale di Monteverdi) per alimentare due centrali in programma di realizzazione.

Gli impianti

Attualmente nell'area comunale sono presenti 2 centrali geotermiche da 20 MW ciascuna, alimentate da una rete di vapordotti allacciata ad alcuni dei 17 pozzi geotermici profondi situati nel comune di Monteverdi e perforati ad iniziare dagli anni '80.



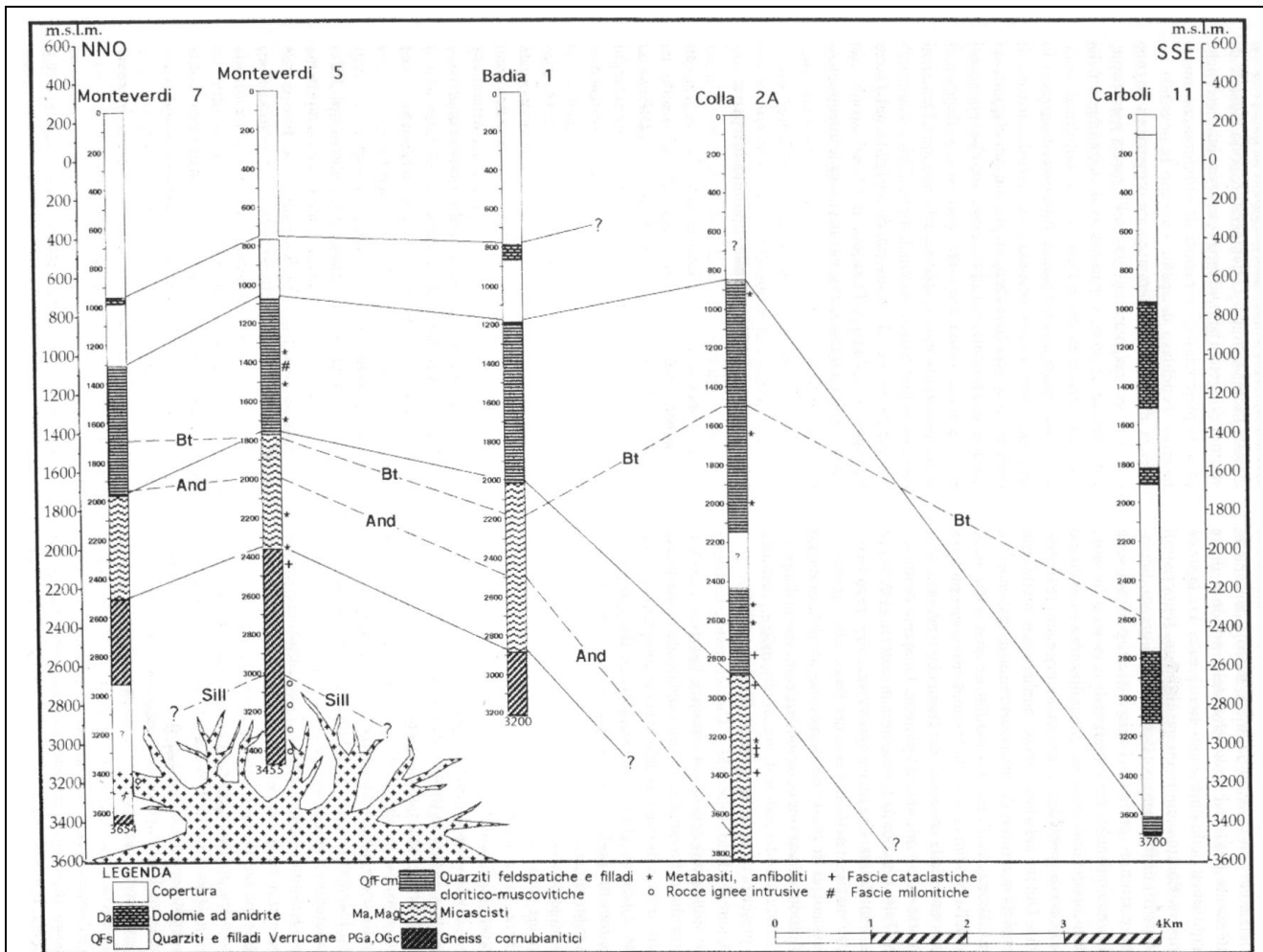


Fig.3 - Sezione riassuntiva NNO-SSE. L'andamento delle paleoisoterme rappresentate dalle isograde di biotite, andalusite e sillimanite definiscono un andamento cupoliforme dell'aureola termometamorfica di uno stock intrusivo evidenziato da un intreccio di filoni aplitici, microgranitici e micropegmatitici. Da notare il sollevamento delle unità sovrastanti il plutone.

Figura 11: sezione lito-stratigrafica riassuntiva NNO-SSE, da notare il sollevamento delle Unità sovrastanti il plutone.

10.3 – CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA

Le due linee tettoniche che bordano l'area geotermica di Larderello sono la Piombino-Faenza (a Nord) che attraversa il territorio del comune di Monteverdi M.mo a sud del capoluogo e la Follonica-Rimini (a Sud del confine comunale). In corrispondenza di tali allineamenti strutturali si ha una riduzione dello spessore della crosta continentale, dai normali 20-25 km a poco più di 5 Km.

A livello tettonico locale, come abbiamo già visto nel § 6.1, di grande importanza è la linea Sassa-Frassine (MAZZANTI R. et alii., 1993), a direzione appenninica. Tale faglia, attiva fin dal Miocene superiore consentì dapprima la formazione di bacini lacustri interni e successivamente l'ingresso del mare nella cosiddetta "Area della Sassa". I sedimenti neautoctoni affioranti nell'area nord del territorio comunale di Monteverdi rappresentano il prodotto della sedimentazione, avvenuta in epoca mio-pliocenica, in questo lembo marginale del bacino di Volterra.

Le suddette lineazioni tettoniche non sembrano associate alla modesta sismicità del territorio comunale di Monteverdi, infatti dall'analisi storica della sismicità nel territorio di Monteverdi M.mo, non si evidenziano e riscontrano importanti terremoti. Se storicamente è ricordato qualche danno agli immobili o alle persone, questi vanno attribuiti al risentimento di eventi avvenuti al di fuori dei confini comunali.

Nel catalogo redatto da Coccia, sono distinte due tabelle contenenti gli eventi macrosismici (ad elevata magnitudo) avvenuti nell'area della Val di Cecina – alta Val di Cornia. Nella prima tabella sono riportati i più importanti sismi precedenti il 1930 (Fig.12). Tra questi, quelli probabilmente avvertiti distintamente a Monteverdi M.mo, possono essere ricondotti a non più di una decina.

Prima di analizzare i dati della seconda tabella, va fatta una precisazione circa le informazioni fin qui fornite: il Coccia esprime oltre all'Intensità sismica (scala Mercalli-Sieberg) anche il valore di magnitudo locale secondo il criterio di Richter, questa comparazione viene eseguita sulla base delle cronache locali dell'epoca e non su parametri scientifici. Va ricordato che specialmente per i terremoti antecedenti il 1700, le informazioni sono tratte da cronache locali riportate dagli scrittori dell'epoca, spesso all'oscuro dell'entità e della reale natura del fenomeno, con il conseguente rischio di sovrastimare la magnitudo collegata. Addirittura la storia è piena di falsi terremoti, ovvero di eventi avvenuti a qualche centinaio di chilometri di distanza e risentiti con violenza in altre località, tali da provocare danni. La mancanza di collegamenti e di informazioni veloci, faceva ritenere la contemporaneità di due terremoti, mentre nella realtà il terremoto era stato unico (basti ricordare il terremoto che nel 1998 colpì a grande profondità il territorio Umbro, ma che fu distintamente sentito a Roma, oppure di quello del 2005 che ha colpito il litorale laziale a sud di Ostia ed anch'esso fortemente risentito a Roma).

Nella successiva tabella (Fig.13), riguardante il periodo dal 1930 al 1980 sono riportati i parametri dei terremoti, registrati scientificamente attraverso l'utilizzo di strumentazione sismometrica meccanica. Questa primitiva tecnologia, oggi arrivata addirittura al telecontrollo satellitare delle stazioni digitali remote, ha permesso un effettivo controllo sismico del territorio regionale, fornendo con buona approssimazione le localizzazioni degli epicentri. Unitamente i parametri forniti di profondità ipocentrale e energia sismica liberata iniziavano ad assumere valore scientifico, potendo visualizzare l'oscillazione del terreno e misurarla sulla carta del sismogramma.

Dall'analisi dei dati forniti da Coccia, non risulta nemmeno in questo periodo la presenza sul territorio comunale di epicentri di terremoti ad elevata magnitudo.

Località	Latitudine Est	Longitudine Nord	Distanza km
Castelnuovo Val di C.	43° 12'	10° 54'	77
Follonica	42° 46'	10° 45'	110
Guardistallo	43° 18"	10° 38'	73
Larderello	43° 14'	10° 53'	74
Monterotondo M.mo	43° 08'	10° 51'	84
Massa Marittima	43° 03'	10° 53'	94
Montescudaio	43° 20'	10° 35'	72
Pomarance	43° 18'	10° 52'	67
Suvereto	43° 05'	10° 40'	96
Volterra	43° 24'	10° 50'	57

A) *Eventi anteriori al 1930*

Anno	Data	h	m	s	Località	I ₀	ML	Scosse
947					Massa Marittima	VI	4	P.S.
977					Massa Marittima	VI	4	
1272					Massa Marittima	VI+	4,5	
1287					Massa Marittima	VI	4	P.S.
1320	28 maggio				Monterotondo	VII	5	
1472					Volterrano	VI+	4,5	
1537					Volterrano	VII+	5,4	
1540					Volterrano	VII	5	
1846	25 novembre				Pomarance	VI	4	
1849	14 luglio				Massa Marittima	V+	3,8	
1850	5 giugno				Follonica	V	3,6	
1851	2 gennaio				Massa Marittima	V+	3,8	
1853	2 agosto	08	15		Pomarance	VII	5	4
1871	29 luglio	20	45	34	Montescudaio	VII+	5,3	
1878	24 novembre				Massa Marittima	V+	3,8	
1880	20 aprile				Massa Marittima	V+	3,8	
1886	8 dicembre				Massa Marittima	V+	3,8	
1891	18 febbraio				Massa Marittima	V+	3,8	
1893	12 novembre				Pomarance	VI	4	
1897	27 luglio	04			Volterra	VI	4	
1898	24 aprile	10	30		Volterra	V+	3,8	
1904	7 settembre				Volterra	VI	3,9	
1904	1 novembre				Massa Marittima	VI+	4,5	
1909	3 ottobre	13	32		Larderello	VI	4,1	
1925	21 marzo	07	33	40	Larderello	VI	4	P.S. (3)

Figura 12: TERREMOTI STORICI DELLE COLLINE METALLIFERE - ALTA VAL DI CECINA - VAL DI CORNIA (Tabelle da COCCIA F., 1982)
EVENTI ANTERIORI AL 1930

B) Eventi dal 1930 al 1980								
Note	Località	Data	h	m	s	I ₀	ML	Scosse
1	Larderello	1930 - 9 febbraio	10	14		III	2,6	1
2	Volterra	- 15 agosto	13	45		III+	3,3	2
3	Larderello	1931 - 16 novembre	19	20		III	2,8	1
4	Larderello	1932 - 23 maggio	04	03		III	2,8	1
5	Larderello	1933 - 1 febbraio	02	48		IV	3,5	1
6	Sasso Pisano	- 19 ottobre	13	30	10	VI	4	1
7	Larderello	- 22 dicembre	15	45		III	2,6	1
8	Larderello	1934 - 2 ottobre	00	34	53	IV	3,5	5
9	Larderello	- 27 novembre	22	44	10	III	3	1
10	Larderello	1935 - 19 gennaio	06	02		III	2,8	1
11	Larderello	16 febbraio	14	07	16	V	3,6	1
12	Larderello	- 22 giugno/lug.	14	30		III	2,8	4
13	Larderello	1936 - 31 marzo	21	29		III	2,8	1
14	Larderello	- 29 settembre	16	54	11	IV	3,5	4
15	Larderello	1937 - 30 gennaio	06	34		II	2,5	1
	Larderello	- 1 maggio	06	16		II+	2,7	1
16	Larderello	1938 - 10 dicembre	05	37		III	2,9	1
17	Larderello	1940 - 1 settembre	09	46	50	III	3	2
18	Larderello	1941 - 24 giugno	00	58	38	III+	3,2	1
19	Larderello	1942 - 10 maggio	01	11		III	3	2
20	Larderello	- 13 ottobre	22	16	13	III+	3,2	1
21	Pomarance/Volterra	1946 - 29 aprile	00	06	01	VI	4	8
22	Larderello	1948 - 4 settembre	16	22	36	III+	3,2	1
23	Serrazzano	1949 - 1 maggio	18	45	14	V	3,6	1
24	Larderello	1950 - 3 luglio	19	15		III	2,8	1
25	Monterotondo M.mo	1970 - 19 agosto	12	19	54	VI+	4,5	1
26	Suvereto	- 20 agosto	12	30		V	3,6	1
27	Massa M.ma	1979 - 10 febbraio	12	43	08,6	IV	3,2	1

Figura 13: TERREMOTI STORICI DELLE COLLINE METALLIFERE - ALTA VAL DI CECINA - VAL DI CORNIA (Tabelle da COCCIA F., 1982)
EVENTI DAL 1930 AL 1980

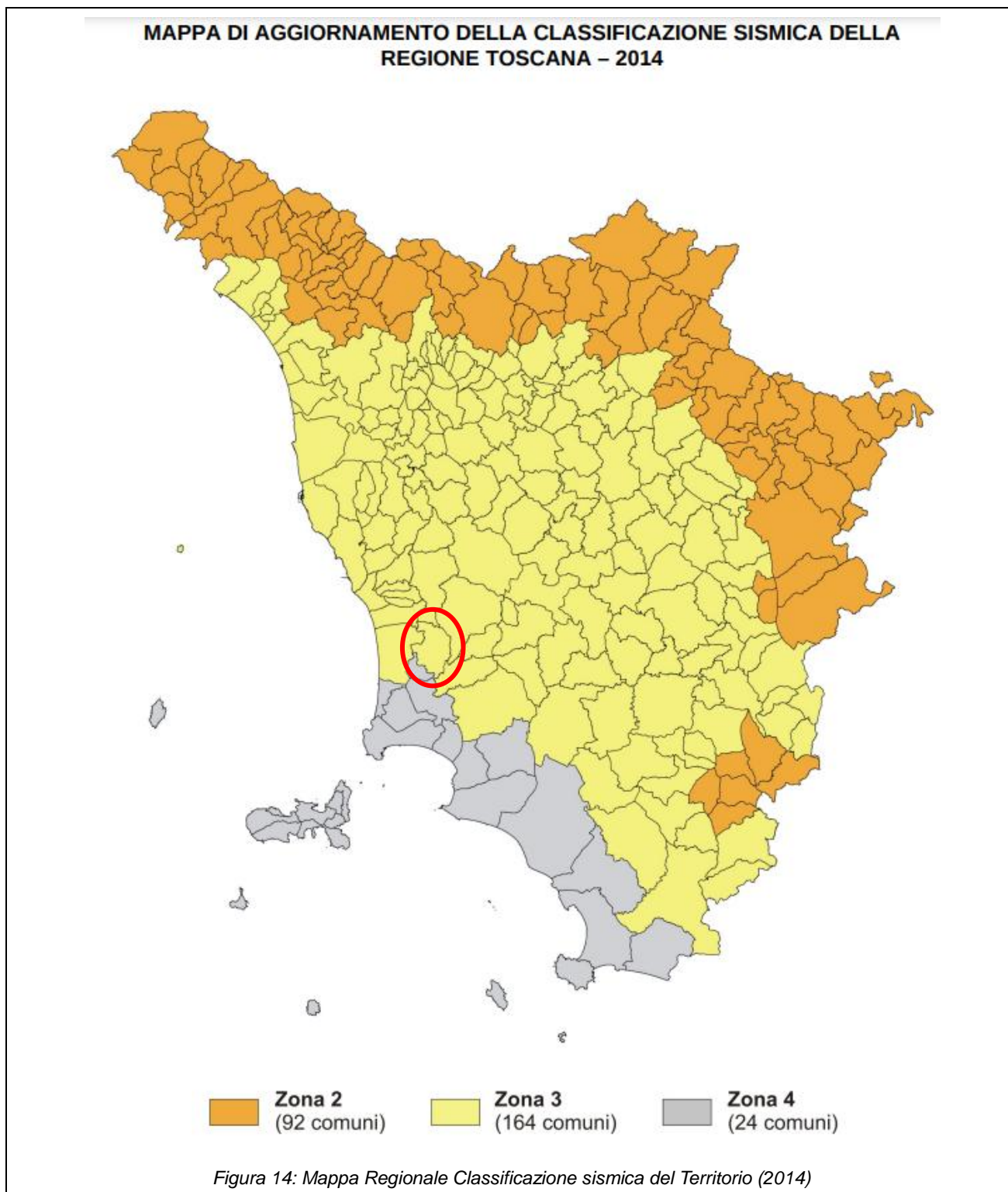
Gli eventi sicuramente avvertiti dalla popolazione, provengono quasi tutti dall'area geotermica di Larderello-Lago Boracifero. Sono indicate anche località epicentrali molto vicine al territorio comunale, come l'evento n° 6 con epicentro a Sasso Pisano, oppure l'evento n° 23 localizzato in prossimità di Serrazzano. Sicuramente il più rilevante è l'evento n° 25 avvenuto il 19/08/1970 in prossimità di Monterotondo M.mo con ML= 4.5, tale da provocare nel comune di Monteverdi M.mo un risentimento molto significativo con intensità pari al V-VI grado Mercalli.

Il Terremoto n° 26, avvenuto il giorno successivo al n° 25, risulta (da un altro catalogo consultato) essere avvenuto non a Suvereto ma a Castagneto Carducci; gli osservatori del tempo, non escludono una correlazione con l'evento del giorno precedente.

Ad oggi non sono disponibili dati bibliografici più aggiornati.

Il D.M.LL.PP. del 19 Marzo 1982 non classificò sismici nessuno dei 5 Comuni appartenenti alla Comunità Montana dell'Alta Val di Cecina, fra cui Monteverdi Marittimo.

La riclassificazione del 2003 (OPCM n.3274 del 20/03/03) lo ha inserito invece in "Zona 3" con accelerazione convenzionale pari a 0.15 g. La normativa regionale del 2006 (D.G.R.T. n.431 del 19/06/2006) ha attribuito al Comune la "Zona 3" ed infine la più recente riclassificazione (D.G.R.T. n. 878 del 8.10.2012 e D.G.R.T. n. 421 del 26.05.2014) ha attribuito al Comune la "Zona 3" (fig.14).



11 - CARTA GEOLOGICO-TECNICA - TAVOLA Q.C. 07f2

La Carta Geologico Tecnica prodotta in sede degli studi di microzonazione sismica di primo livello è stata elaborata a partire dalla Carta Geologica riclassificata secondo le indicazioni degli ICMS e degli standard di rappresentazione e archiviazione informatica.

In particolare le unità del substrato geologico sono state definite tenendo conto di:

- tipologia: lapideo, granulare cementato, coesivo sovraconsolidato, alternanza di litotipi;
- stratificazione se esistente (stratificato, non stratificato);
- grado di fratturazione o alterazione superficiale.

In questa sede la carta Geologico Tecnica è stata aggiornata tenendo conto delle modifiche apportate alle frane dovute all'aggiornamento del quadro conoscitivo dell'Autorità di Bacino Distrettuale.

Le coperture sono state distinte in base alle granulometrie e agli ambienti deposizionali.

La tabella seguente riporta lo schema delle correlazioni effettuate e la relativa descrizione per il substrato:

Tipologia dell'Unità Tipo_gt	Formazione	Descrizione
AL	Argille a Palombini (APA)	Alternanza di litotipi
LP	Calcari a <i>Calpionella</i> (CCL)	Lapideo
LP	Diaspri (DSA)	Lapideo
LPS	Flysch di Monteverdi (MTV)	Lapideo stratificato
SFAL	Argille a Palombini (APA)	Alternanza di litotipi fratturato o alterato
SFLP	Basalti (B)	Lapideo fratturato o alterato
SFLP	Diaspri (DSA)	Lapideo fratturato o alterato
SFLPS	Flysch di Monteverdi (MTV)	Lapideo fratturato o alterato stratificato

La tabella seguente riporta lo schema delle correlazioni effettuate per le coperture:

Tipologia dell'Unità Tipo_gt	Formazione	Stato di addensamento o di consistenza Stato	Ambiente genetico e deposizionale Gen
RI	Terreni con resti di attività antropica	14	zz

Le sigle utilizzate per il Tipo_gt, per lo stato di addensamento e per l'Ambiente genetico deposizionale derivano dagli standard di microzonazione sismica ed hanno i seguenti significati:

Tipologia dell'Unità Tipo_gt	
RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
Stato di addensamento o di consistenza Stato	
14	Sciolto
Ambiente genetico e deposizionale Gen	
zz	Antropico

Nella Carta Geologico - Tecnica sono riportate inoltre le zone di attenzione per instabilità di versante distinte sulla base del loro stato di attività e della tipologia di movimento secondo le indicazioni riportate dagli Standard ICMS (Fig. 15).

Instabilità di versante	1 - crollo o ribaltamento	2 - scorrimento	3 - colata	4 - complessa	5 - non definito	CMYK
1 - attiva						50,70,0,0 (fondo trasparente)
2 - quiescente						0,75,90,0 (fondo trasparente)
3 - inattiva						0,51,100,1 (fondo trasparente)
4 - non definita						0,0,0,100 (fondo trasparente)

Figura 15. Simbologia zone di attenzione per instabilità di versante per la Carta Geologico-Tecnica

12 - SEZIONI GEOLOGICHE E GEOLOGICO - TECNICHE - TAVOLA Q.C. 07 g2

Attraverso la Carta Geologica, le indagini disponibili e le indagini geofisiche di nuova esecuzione, è stato ricostruito il modello di sottosuolo nei centri abitati di Monteverdi Marittimo e Canneto.

La qualità del modello, funzione della densità di indagini, risulta maggiore laddove queste ultime sono ben distribuite e in gran numero come nel caso dell'abitato di Monteverdi, dove il modello geologico del sottosuolo è relativamente semplice.

Nelle altre aree (Canneto) il modello può presentare incertezze derivanti dalla complicata architettura strutturale delle formazioni geologiche affioranti. In questi settori il modello del sottosuolo scaturisce da correlazioni di tipo geologico e interpretazioni stratigrafiche; in questi casi sono risultati molto utili i dati dei sondaggi a carotaggio continuo e le indagini geofisiche.

Le penetrometrie, sia statiche che dinamiche hanno consentito con una certa incertezza l'individuazione del bedrock geologico generalmente in corrispondenza di una terminazione per rifiuto strumentale.

Di grande utilità sono state invece le indagini geofisiche sia attive che passive che hanno permesso anche l'individuazione del substrato sismico.

Le numerose indagini di sismica passiva a disposizione si sono ben correlate con le prove esistenti; questo ha consentito di utilizzarle, seppur con cautela, nella ricostruzione del modello sismo-stratigrafico del sottosuolo.

Di seguito vengono dettagliati gli aspetti geologi, geomorfologici e sismici dei due centri abitati, con la rappresentazione dei modelli geologici e geologico-tecnici attraverso le sezioni riportate nella Tavola Q.C. 07 g2.

12.1 – MONTEVERDI MARITTIMO

Il centro storico si sviluppa in corrispondenza della sommità dello sperone roccioso caratterizzato dall'affioramento del Flysch di Monteverdi (MTV). Attorno al centro storico, l'abitato si sviluppa interamente sulla medesima formazione che sul versante meridionale presenta giaciture prevalentemente a franapoggio.

Tale struttura ha permesso lo svilupparsi al tetto della porzione alterata la formazione di coperture detritiche e depositi franosi.

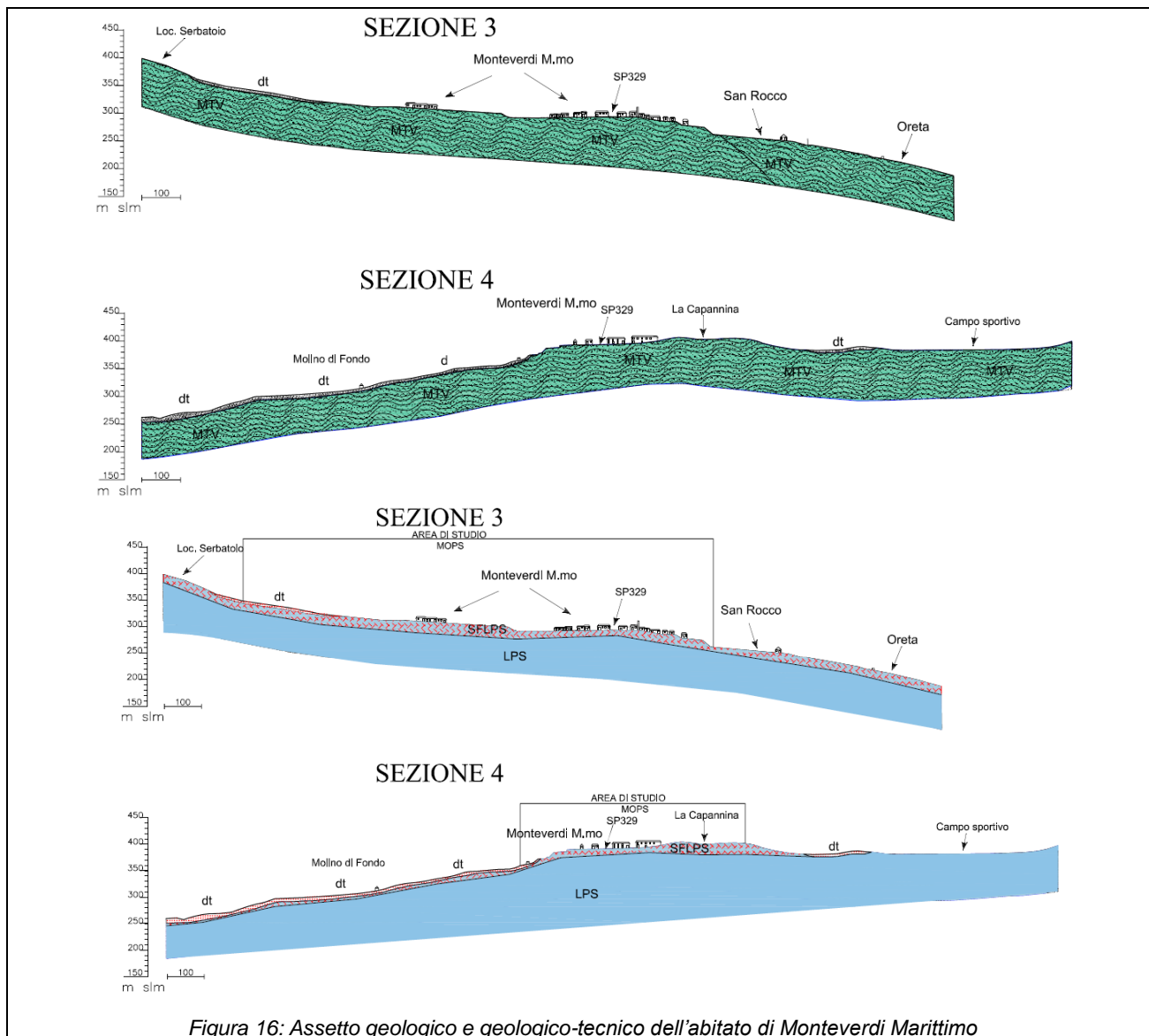


Figura 16: Assetto geologico e geologico-tecnico dell'abitato di Monteverdi Marittimo

12.2 – CANNETO

L'abitato storico di Canneto è ubicato sullo sperone roccioso in cui affiorano i Basalti (B).

Attorno al centro storico le aree di recente urbanizzazione si sono sviluppate su una copertura detritica di alterazione sia delle Argille a Palombini (APA) che dei Basalti (B) – Diaspri (DSA).

La struttura profonda è rappresentata dai Calcari a *Calpionelle* (CCL) affioranti sul Monte di Canneto.

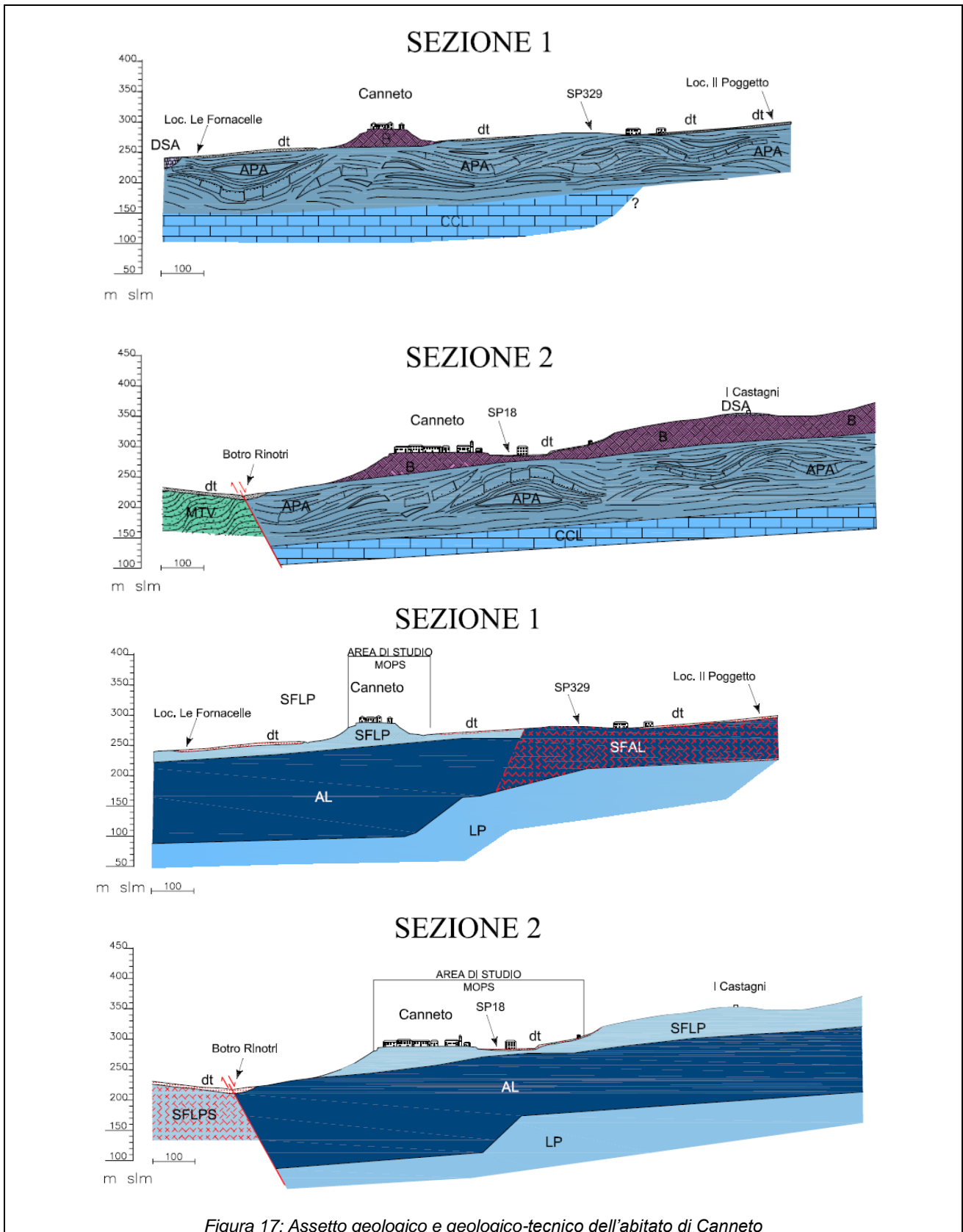


Figura 17: Assetto geologico e geologico-tecnico dell'abitato di Canneto

13 - CARTA DELLA FREQUENZA FONDAMENTALE DEI DEPOSITI - TAVOLA**Q.C. 07 h2**

Al fine di definire le principali caratteristiche della risposta sismica nei perimetri urbanizzati, sulla base delle misure di rumore sismico (H.V.S.R.) effettuate ed a disposizione è stata redatta la Carta delle frequenze fondamentali dei depositi, in conformità a quanto previsto dalle specifiche tecniche di Microzonazione Sismica.

Tale cartografia permette, se pur con un certo margine di affidabilità, di poter fornire indicazioni di massima per le successive analisi di risposta sismica locale.

Di seguito vengono espone alcune considerazioni per ognuna delle aree analizzate.

13.1 – MONTEVERDI MARITTIMO

Le misure HVSR raccolte ed effettuate in corrispondenza dell'abitato di Monteverdi mostrano la presenza pressoché costante di un picco ad alte frequenze localizzato nell'intervallo fra 7,6 -12,8 Hz .

Considerando il profilo di velocità delle onde di taglio ricavato dall'inversione congiunta della curva di dispersione delle onde di Rayleigh ottenuta con le indagini MASW si ottiene che tale picco (Fig.18) è riferito ad un contrasto di impedenza localizzato a profondità comprese fra -10 e -18 m attribuibile al passaggio interno alla formazione di Monteverdi (MTV) fra la porzione alterata e fratturata (SFLPS) e quella compatta attribuibile al substrato sismico (LPS).

Nelle porzioni in frana (frana delle Fontilame), si osservano frequenze più elevate (P176) collegate ad una ridotta copertura ed alla vicinanza del substrato sismico.

HVSR	f0	A0	Stima profondità substrato sismico
P173	12,830	2,630	-10,0 m
P174	9,765	3,718	-14,5 m
P175	7,890	2,420	-18,0 m
P177	4,910	3,170	substrato più profondo
P182	7,686	3,181	1°picco -18,5m
P182*	2,752	2,589	2°picco -51,0m
P73	9,145	2,498	-18,0 m
P176	16,960	2,020	-10,5 m
P181	8,548	2,988	1°picco -10,0 m
P181*	2,656	2,009	2°picco -31,0m

Sono inoltre stati registrati doppi picchi di frequenza:

- nel caso di P182 (fig. 19), il secondo picco a frequenza più bassa 2,752 Hz, è attribuibile ad un approfondimento del substrato sismico in corrispondenza della

porzione classificata come frana quiescente;

- nel caso di P181 (fig.20), il primo picco (8,548 Hz) rappresenta la porzione di copertura antropica, mentre il secondo (2,656 Hz) è da associarsi al ritrovamento del substrato sismico (MTV non alterato).

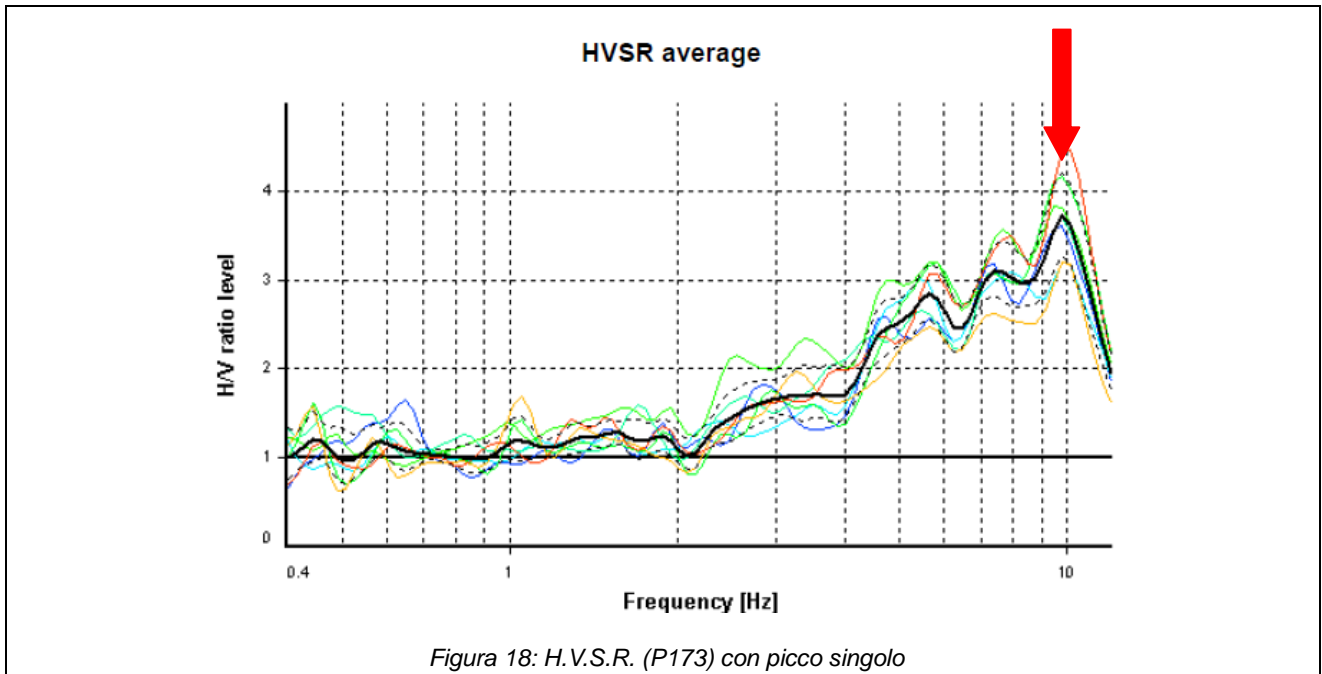


Figura 18: H.V.S.R. (P173) con picco singolo

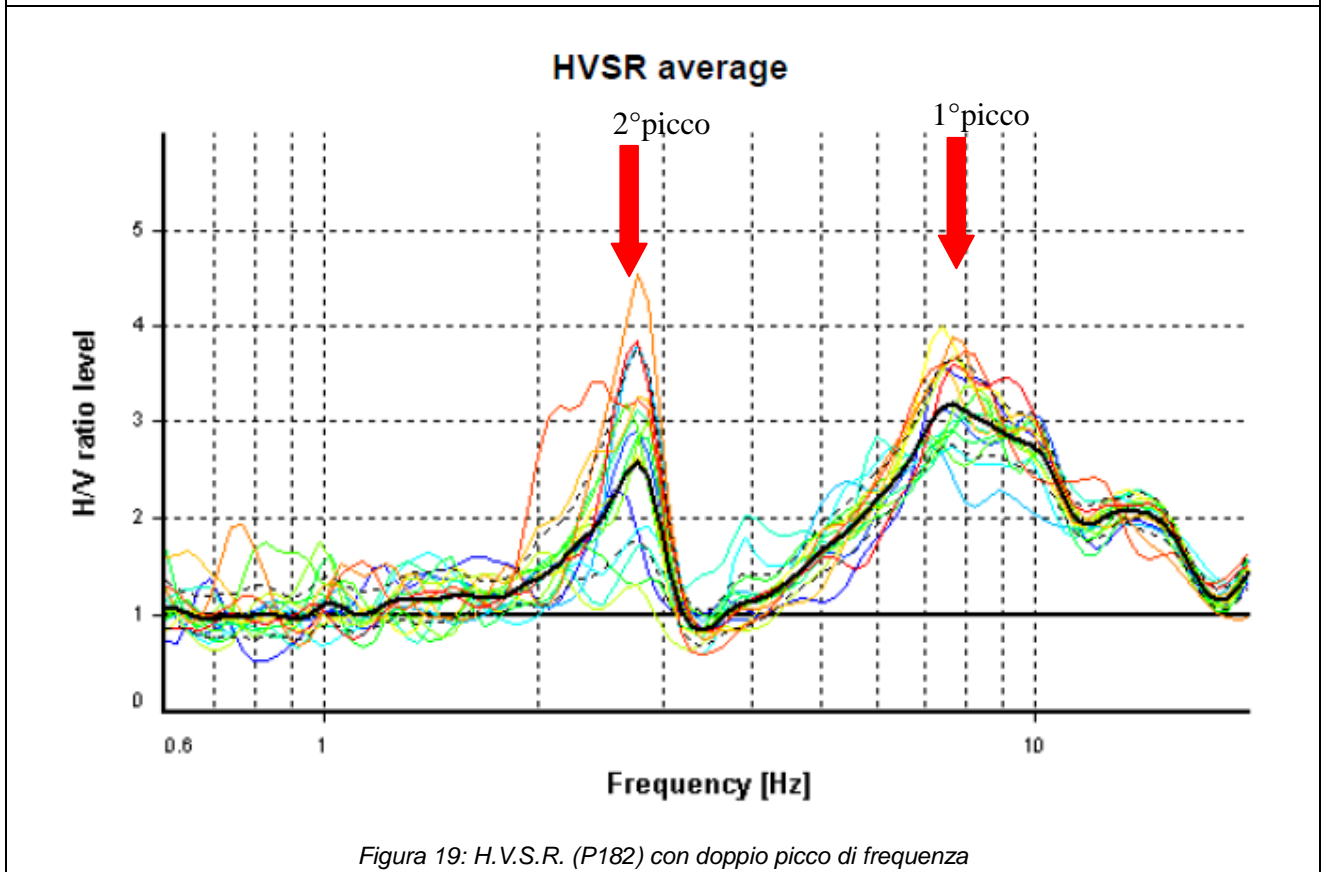
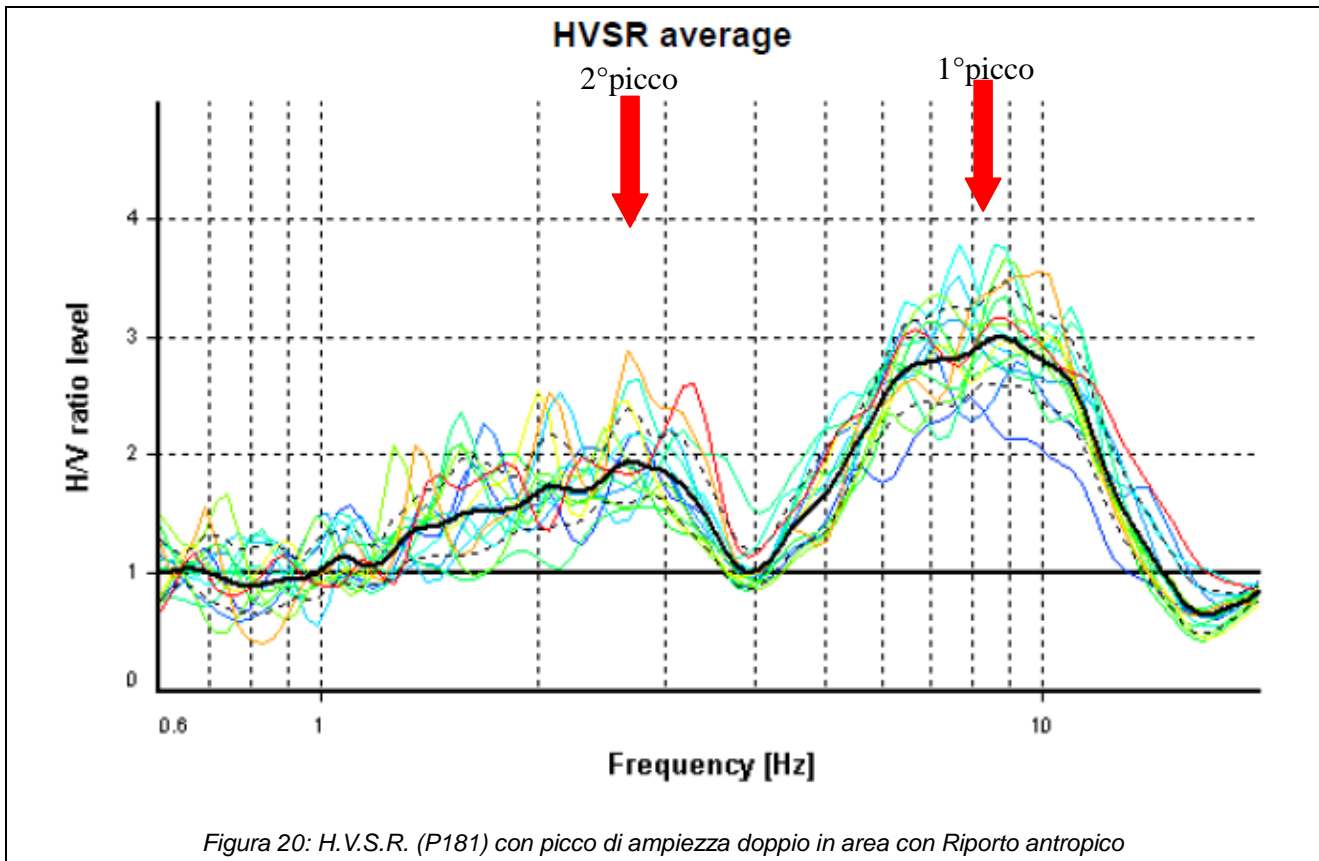


Figura 19: H.V.S.R. (P182) con doppio picco di frequenza



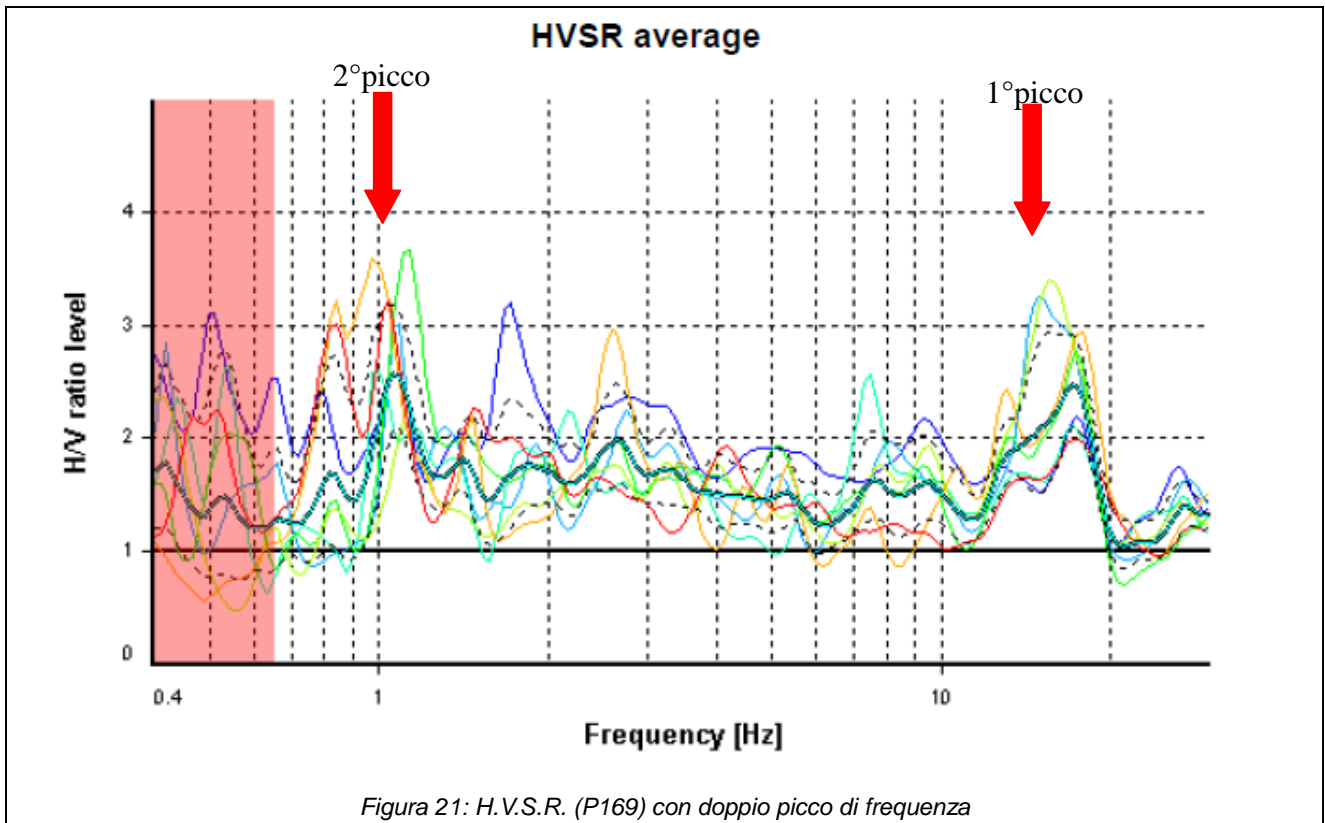
13.2 – CANNETO

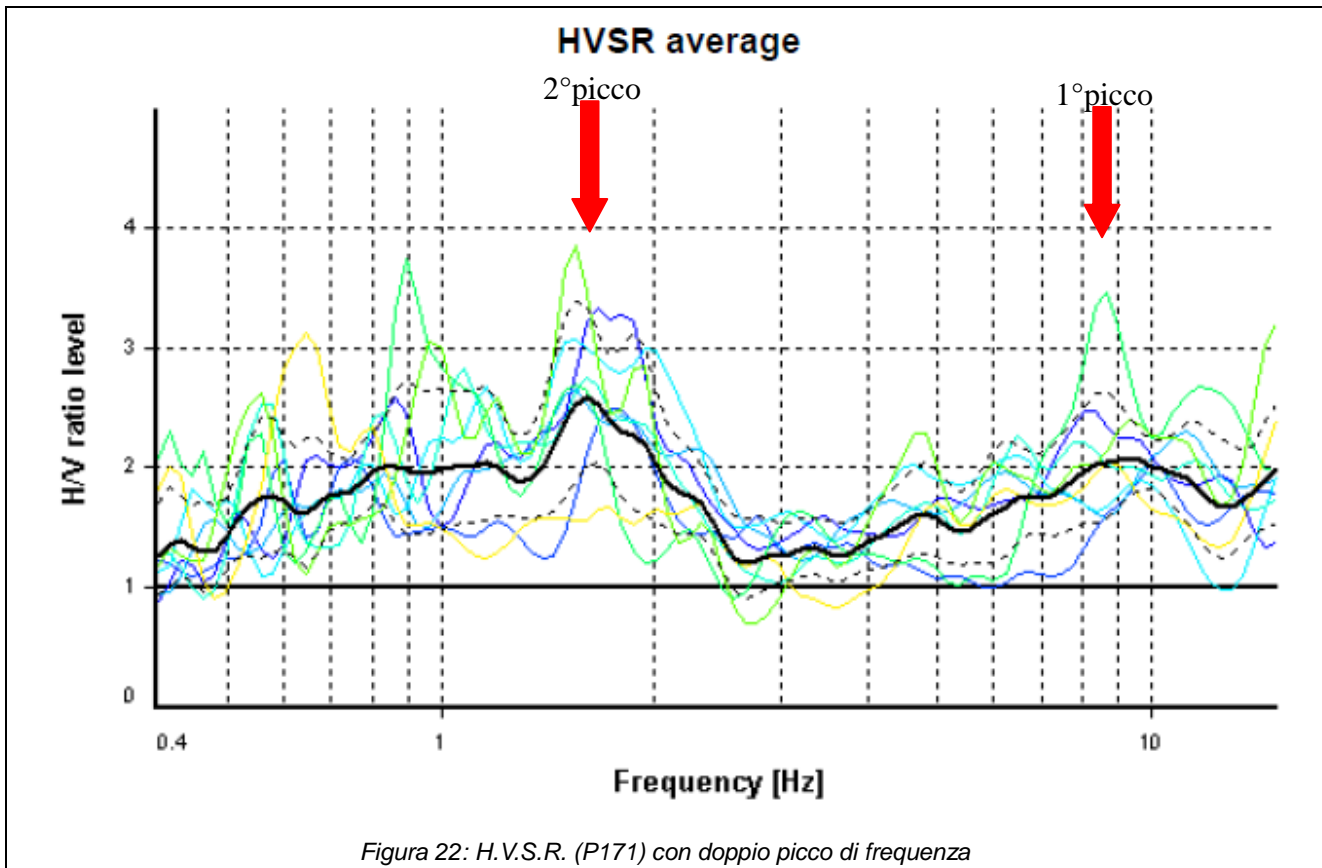
Le misure HVSR effettuate in corrispondenza dell'abitato di Canneto mostrano la presenza pressoché costante di un picco ad alte frequenze localizzato nell'intervallo fra 9,5 -17,3 Hz . Tutte le misure effettuate evidenziano un secondo picco a basse frequenze comprese fra 1,08-1,6 Hz.

Considerando il profilo di velocità delle onde di taglio ricavato dall'inversione congiunta della curva di dispersione delle onde di Rayleigh ottenuta con le indagini MASW si ottiene che il primo picco (Fig.21-22) è riferito ad un contrasto di impedenza localizzato a profondità comprese fra -8-e -12 m attribuibile al passaggio interno alle formazioni dei Basalti (B) - Argille a Palombini (APA) fra la porzione alterata e fratturata superficiale (SFLP) e quella compatta attribuibile al substrato sismico (LP).

Per quanto riguarda il secondo picco esso è riferito ad un contrasto di impedenza localizzato in profondità (fra -70 e - 170 m ca) e con molta probabilità attribuibile ad una discontinuità del substrato sismico ossia al contatto fra le Argille a Palombini (APA) profonde ed i calcari a Calpionelle (CCL) o i Diaspri (DSA).

HVSR	f0	A0	Stima profondità substrato sismico
P169	17,358	2,283	-10,5 m
P169*	1,085	2,552	-168,0m
P172	15,065	1,787	-8,5 m
P172*	1,536	2,138	-83,0 m
P171	9,506	2,149	12,2 m
P171*	1,608	2,589	-72,0 m
P170	15,065	1,565	-10,0 m
P170*	1,286	2,428	-121,0 m





14 - CARTA DELLE MOPS E COLONNE MOPS – TAVOLA Q.C. 07 i2

Il D.P.G.R. 30/01/2020 n. 5/R prevede che nell'ambito dell'aggiornamento del quadro conoscitivo del Piano Strutturale venga realizzato uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di livello 1 nel caso in cui non siano disponibili studi precedenti, e/o di livello 2 nel caso in cui sia già disponibile uno studio di livello 1. Nel caso del Comune di Monteverdi M.mo si è provveduto a redigere direttamente lo studio di livello 2.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) risulta essere l'elaborato finale previsto per il Livello 1 di Microzonazione Sismica.

L'individuazione delle Microzone è stata effettuata attribuendo i caratteri di stabilità o instabilità ai diversi contesti geologici e geomorfologici rappresentati nella Carta Geologico Tecnica.

Le microzone individuate all'interno del territorio urbanizzato sono le seguenti:

- a) **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;
- b) **Zone di attenzione per le instabilità di versante ZAfr**, nelle quali gli effetti

sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto).

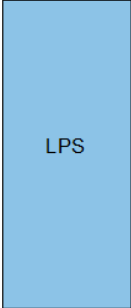
Sulla base della successione litologica è attribuito un codice formato da 4 cifre che descrive la tipologia della zona: Tipo_z = 1000 nel caso di Zone stabili e Tipo_z = 2000 nel caso di Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

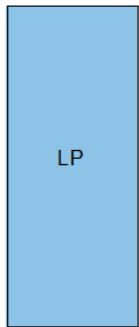
Per quanto riguarda le Zone di attenzione per instabilità, queste vengono definite attraverso l'attribuzione di un codice Tipo_i, che nel caso specifico, consiste in 8 cifre dove le prime quattro descrivono la tipologia di instabilità mentre le ultime quattro la tipologia della zona sulla base della successione litologica.

Per il territorio comunale di Monteverdi M.mo, le Zone di Attenzione corrispondono a quelle aree dove, nella Carta Geologico - Tecnica, sono state cartografate delle instabilità di versante (**ZA_{FR}**), cartografate adottando un sovrastante retino trasparente.

14.1 - Zone stabili

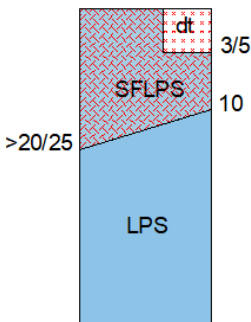
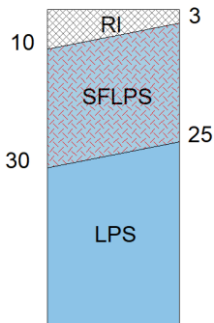
Pur non essendo state individuate "zone stabili" all'interno dei territori urbanizzati si è provveduto alla costruzione delle colonne MOPS per Monteverdi M.mo (1011) e per Canneto (1012):

Monteverdi M.mo	
<p>1011</p>  <p>LPS</p>	<p>Substrato lapideo stratificato affiorante con $V_s \geq 800$ m/s e pendenze $< 15^\circ$</p>

Canneto	
<p>1012</p> 	<p>Substrato lapideo massivo affiorante poco fratturato/alterato con $V_s \geq 800$ m/s e pendenza $< 15^\circ$</p>

14.2 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Tali zone corrispondono a tutte le colonne stratigrafiche che è stato possibile ricostruire nell'area esaminata, accorpando le unità geologiche in base alla classificazione dettata dagli standard di rappresentazione ed informatizzazione informatica versione 4.


Monteverdi M.mo	
<p>2001</p> 	<p>Zona caratterizzata dall'affioramento del substrato geologico rappresentato dal Flysch di Monteverdi Marittimo alterato e/o fratturato o dalla sua modesta copertura detritica con $V_s < 800$ m/s, poggiante sul substrato sismico costituito dall'alternanza delle bancate litoidi della formazione di Monteverdi M.mo (MTV) con $V_s > 800$ m/s.</p>
<p>2002</p> 	<p>Zona caratterizzata in superficie dalla copertura antropica mista eterogenea per spessori compresi fra -3 e -10 m, poggiante sul substrato geologico caratterizzato dal Flysch di Monteverdi (MTV) alterato/fratturato, a sua volta in continuità con la porzione compatta non alterata con $V_s > 800$ m/s.</p>

Canneto	
<p>2003</p>	<p>Zona caratterizzata dall'affioramento del substrato geologico rappresentato dai Basalti (B) fratturati/alterati e dalla loro modesta copertura detritica, poggiante sul substrato sismico costituito dalle Argille a <i>Palombini</i> (APA) con Vs >800 m/s a loro volta in continuità stratigrafica con le bancate massive dei Diaspri (DSA) o dei Calcari a <i>Calpionella</i> (CCL) oltre i -120 m con Vs >>800 m/s</p>
<p>2004</p>	<p>Zona caratterizzata dall'affioramento del substrato geologico alterato / fratturato e dalle relative coperture detritico-argillose della formazione delle Argille a <i>Palombini</i> (APA) con struttura caotica con Vs <800 m/s a loro volta in continuità con i Diaspri (DSA) o i Calcari a <i>Calpionella</i> (CCL) oltre i -70/80 m con Vs >>800 m/s.</p>

14.3 - Zone di attenzione per instabilità di versante ZAfr

Nella carta MOPS sono state rappresentate le frane suddivise per tipologia e sulla base della successione litologica sottostante:

Monteverdi M.mo	
<p>ZAfr</p>	<p>Sono distribuite prevalentemente nel settore centrale con sviluppo N-S in corrispondenza delle giaciture a frana-poggio del sottostante Flysch di Monteverdi (MTV). Gli spessori della copertura variano dai 5 ai 10 m e giacciono direttamente sul substrato sismico con Vs >800 m/s. L'unica frana, quella delle Fontilame recentemente consolidata nella porzione sommitale, è classificata attiva di scorrimento con COD. 30122001; tutte le restanti frane sono classificate inattive (COD 30322001 e 30352001) o quiescenti (COD 30222001).</p>

Canneto	
ZAfr 	L'unica copertura di frana occupa la porzione estrema settentrionale del territorio urbanizzato di Canneto. Gli spessori della copertura variano dai 6 ai 10 m e giace direttamente sul substrato geologico costituito dai Basalti (COD. 30352003).

14.4 - Considerazioni sulla suscettibilità alla liquefazione

La liquefazione è un processo in seguito al quale un sedimento che si trova al di sotto del livello della falda perde temporaneamente resistenza e si comporta come un liquido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace.

Essa ha luogo quando la pressione dei pori aumenta fino a eguagliare la pressione intergranulare. L'incremento della pressione neutra è indotto dalla tendenza di un materiale sabbioso a compattarsi quando è soggetto ad azioni cicliche di un sisma, con conseguente aumento del potenziale di liquefazione del terreno.

Il fenomeno di liquefazione può essere ottenuto dalla combinazione di:

FATTORI PREDISPONENTI

- Terreno saturo, non compattato, non consolidato, sabbioso limoso o con poca argilla;
- Distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in sito.

FATTORI SCATENANTI

- La sismicità: magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione in superficie.

Generalmente la liquefazione si verifica in depositi recenti di sabbia e sabbia siltosa, depositi che spesso si trovano negli alvei fluviali o aree di costa.

I terreni suscettibili al fenomeno di liquefazione sono:

- Suoli non coesivi e saturi (*sabbie e limi, occasionalmente ghiaie*) con contenuti di fini plastici relativamente basso;
- Suoli costituiti da particelle relativamente uniformi;
- Depositati sabbiosi recenti (*Olocenici*).

Il substrato delle aree analizzate nel presente studio è caratterizzato da terreni molto consistenti, litoidi o con alternanze di litotipi per i quali non sono ipotizzabili fenomeni di liquefazione. Anche i terreni della serie neogenica autoctona sono pliocenici ad elevata componente coesiva, mentre le porzioni granulari di questa successione sono sempre da fortemente addensate a cementate, tanto da poter escludere fenomeni di liquefazione.

Relativamente alle coltri detritiche segnalate in cartografia, queste derivano dal disfacimento di terreni con forti variabilità litologiche e granulometriche. Ne consegue che anche le coltri detritiche sono costituite da materiali con ampia distribuzione granulometrica, spesso con presenza non trascurabile di granulometrie ruditiche, e/o con percentuali elevate di matrice coesiva.

Nel contesto del presente lavoro, la valutazione relativa alla suscettibilità alla liquefazione è puramente qualitativa ed in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, soprattutto in corrispondenza delle aree alluvionali di fondo valle, dovrà comunque essere verificata la stabilità nei confronti della liquefazione come richiesto dalle NTC/2018.

15 - CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2 – TAVOLE Q.C. 07 m2, Q.C. 07 n2, Q.C. 07 o2

Le Tavole Q.C. 07 m2, Q.C. 07 n2 e Q.C. 07 o2 presentano gli esiti dello studio di microzonazione sismica di secondo livello. Ciascuna tavola mostra i fattori di amplificazione di sito prendendo in esame periodi differenti di oscillazioni (T) delle strutture tra $0,1 < T < 0,5s$ (Tavola m2), $0,4 < T < 0,8s$ (Tavola n2) e $0,7 < T < 1,1s$ (Tavola o2).

Considerando il contesto edilizio del territorio in esame, l'ambito del periodo T di interesse significativo a fini urbanistici è quello rappresentato nella tavola "m2" (0,1 - 0,5 secondi); pertanto proprio questo elaborato rappresenta la base per la redazione della Carta di Pericolosità Sismica Locale (Tavola Q.C. 07 p2).

Fondamentale, per la costruzione delle carte, è la disponibilità di dati (f_0 e V_s) necessari per la corretta applicazione degli abachi.

Difatti per la definizione del fattore di amplificazione sismica nelle aree analizzate, si è fatto uso degli abachi regionali che, tramite un approccio semplificato, consentono di quantificare l'amplificazione attesa nelle zone "stabili suscettibili di amplificazione".

Tali abachi si differenziano sulla base dei seguenti fattori:

- 1) Area geografica;
- 2) Tipologia dell'input sismico;
- 3) Presenza di substrato sismico a profondità maggiore o minore a 30m;
- 4) Tipo di fattore di amplificazione.

Per la realizzazione della Carta MS si è pertanto proceduto ad assegnare alle varie Microzone individuate nello studio di Livello 1, i valori del Fattore di Amplificazione secondo la procedura indicata nelle Specifiche Tecniche Regionali (2021).

Il Comune di Monteverdi Marittimo fa parte della **Macroarea Toscana Costiera**. L'abaco regionale di riferimento risulta pertanto il seguente (fig.23):

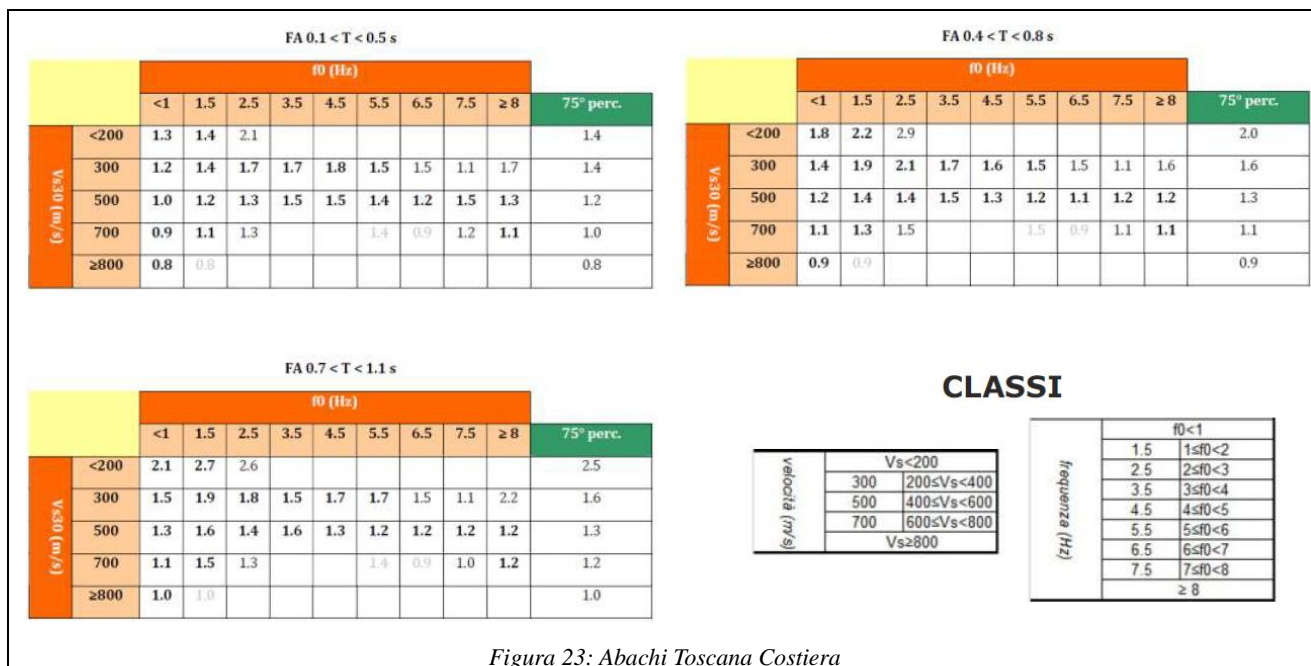


Figura 23: Abachi Toscana Costiera

Il fattore di amplificazione (fattore di amplificazione di Housner – FA), che si distingue in FA (0.1-0.5 s), FA (0.4 – 0.8 s) e FA (0.7-1.1 s), è funzione delle classi relative ai valori dei due parametri rappresentativi dalla situazione sismo-stratigrafica locale ovvero della frequenza fondamentale (f0) e della velocità media Vs30/Vsh.

In sintesi, per ciascuna Microzona sono state definite le condizioni al contorno (Ag e profondità del substrato non presenti per l’abaco Toscana Costiera) ed individuate le misure di rumore presenti nonché le indagini sismiche utili alla definizione della Vs necessarie alla determinazione delle classi di frequenza e velocità per l’utilizzo degli abachi.

Nelle microzone 2001, 2003 e 2004 sono state individuate, per una migliore classificazione, due sottozone con valori di Vs e di f0 coerenti fra di loro.

Da sottolineare che nel caso di doppio picco è stato preso come riferimento il I picco fondamentale, ossia quello con contrasto di impedenza più superficiale.

ZONA 2001 – Monteverdi M.mo							
Indagini HVSR				Indagini sismiche			
HVSR	f0	A0	CLASSE ABACO	Note	Numero	Vs	Classe Abaco
sottozona 1							
P173	12,830	2,630	≥ 8	(-10,0 m)	L7	529,00	500
P174	9,765	3,718	≥ 8	(-14,5 m)	L45	567,20	500
P175	7,890	2,420	7,5	(-18,0 m)	L45	567,20	500
P177	4,910	3,170	4,5		-	-	500
P182	7,686	3,181	7,5	1°picco (-18,5m)	L45	567,20	500
P182*	2,752	2,589	2,5	2°picco (-51,0m)	L45	567,20	500

sottozona 2 (frana)							
P73	9,145	2,498	≥ 8	(-18,0 m)	P72	656,00	700
P176	16,960	2,020	≥ 8	(-10,5 m)	L21	722,00	700

	sottozona 1	sottozona 2
F0	≥ 8	≥ 8
Vs	500	700
FA 0.1<T<0.5s	1.3	1.1
FA 0.4<T<0.8s	1.2	1.1
FA 0.7<T<1.1s	1.2	1.2

ZONA 2002 – Monteverdi M.mo							
Indagini HVSr					Indagini sismiche		
HVSr	f0	A0	CLASSE ABACO	Note	Numero	Vs	Classe Abaco
P181	8,548	2,988	≥8	1°picco (-10,0 m)	L41	332,00	300
P181*	2,656	2,009	2,5	2°picco (-31,0m)	L41	332,00	300

F0	≥8
Vs	300
FA 0.1<T<0.5s	1.7
FA 0.4<T<0.8s	1.6
FA 0.7<T<1.1s	2.2

ZONA 2003 - Canneto							
Indagini HVSr					Indagini sismiche		
HVSr	f0	A0	CLASSE ABACO	Note	Numero	Vs	Classe Abaco
sottozona 1							
P169	17,358	2,283	≥8	1°picco (-10,5 m)	L43	727,10	700
P169*	1,085	2,552	1,5	2°picco (-168,0m)	L43	727,10	700
sottozona 2 (frana)							
P172	15,065	1,787	≥8	1°picco (-8,5 m)	L6	511,61	500
P172*	1,536	2,138	1,5	2°picco (-83,0 m)	L6	511,61	500

	sottozona 1	sottozona 2
F0	≥8	≥8
Vs	700	500
FA 0.1<T<0.5s	1.1	1.3
FA 0.4<T<0.8s	1.1	1.2
FA 0.7<T<1.1s	1.2	1.2

ZONA 2004 - Canneto							
Indagini HVSR				Indagini sismiche			
HVSR	f0	A0	CLASSE ABACO	Note	Numero	Vs	Classe Abaco
sottozona 1							
P171	9,506	2,149	≥8	1°picco (12,2 m)	L42	462,00	500
P171*	1,608	2,589	1,5	2°picco (-72,0 m)	L42	462,00	500
sottozona 2 (detrito)							
P170	15,065	1,565	≥8	1°picco (-10,0 m)	L44	624,40	700
P170*	1,286	2,428	1,5	2°picco (-121,0 m)	L44	624,40	700

	sottozona 1	sottozona 2
F0	≥8	≥8
Vs	500	700
FA 0.1<T<0.5s	1.3	1.1
FA 0.4<T<0.8s	1.2	1.1
FA 0.7<T<1.1s	1.2	1.2

16 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA - TAVOLA Q.C. 07 p2

La sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di microzonazione sismica di livello 1 e di livello 2 ha consentito di valutare le condizioni di Pericolosità Sismica all'interno delle aree MOPS secondo i criteri dettati dal D.P.G.R. 5/R, che sono riassunti di seguito:

Pericolosità sismica molto elevata (S4):

- aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, in grado di creare deformazione in superficie (*non presenti nelle zone di studio*);
- terreni suscettibili di liquefazione dinamica accertati mediante indagini geognostiche oppure notizie storiche o studi preesistenti (*non presenti nelle zone di studio ed assenza di notizie storiche*);
- aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Pericolosità sismica locale elevata (S.3):

- aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti (*non presenti nelle zone di studio MOPS*);
- aree potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, caratterizzate da terreni per i quali, sulla base delle informazioni disponibili, non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione (*non presenti nelle zone di studio MOPS; data la forte variabilità dimensionale dei depositi alluvionale dei Fiumi Cornia e Sterza e dei suoi affluenti, ghiaie, sabbie e limi, non si esclude il possibile lo sviluppo di fenomeni di liquefazione dinamica in occasione di eventi sismici sui fondi valle*);

- zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) > 1.4 ;
- aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, di seguito, e come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Relativamente alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) > 1.4 è stato fatto riferimento alla carta "Q.C. 07 m2 - $0,1 < T < 0,5$ s" riferita al periodo di oscillazione di interesse urbanistico-edilizio.

Pericolosità sismica locale media (S.2):

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz.
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) ≤ 1.4 ;
- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3.

Pericolosità sismica locale bassa (S.1):

- zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15 gradi), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica (*non presenti nelle zone di studio MOPS*).

Dall'analisi della tavola "p2", risulta essere prevalente la classe di Pericolosità Sismica media (S.2) per entrambi i territori urbanizzati. La Classe di Pericolosità elevata (S.3) è presente laddove insistono fenomeni di dissesto geomorfologico quiescenti ed inattivi.

La classe di Pericolosità Sismica molto elevata (S.4) ricomprende la porzione di territorio caratterizzata da fenomeni di dissesto attivi (frana delle Fontilame).

17 - SALVAGUARDIE DEL TERRITORIO

17.1 – SALVAGUARDIE DELL'ASSETTO IDRAULICO

17.1.1 - Riduzione del rischio idraulico

- Le trasformazioni in progetto dovranno essere volte alla riduzione del rischio idraulico, attraverso l'eventuale realizzazione di opere di messa in sicurezza e/o mitigazione idraulica rispetto agli eventi di piena con tempo di ritorno duecentennale, o comunque secondo quanto stabilito dalla L.R. 41/2018 e s.m.i. per la specifica fattispecie di intervento.
- Per tutti gli interventi ricadenti nelle aree classificate in pericolosità da alluvione media P2 o elevata P3 nella "Carta della Pericolosità da alluvioni" oggetto di nuova verifica nell'ambito del Piano Strutturale il dimensionamento di dette opere dovrà essere effettuato secondo i criteri di analisi idrologica ed idraulica di cui alla Relazione Idrologico-Idraulica allegata al Piano Strutturale, anche tramite approfondimenti idraulici di maggior dettaglio.
- Per tutti gli interventi ricadenti nelle aree classificate in pericolosità da alluvione media P2 o elevata P3 nella "Carta della Pericolosità da alluvioni" e/o in prossimità di corsi d'acqua compresi nel Reticolo Idrografico di riferimento della Regione Toscana ma non oggetto di verifica nell'ambito del Piano Strutturale dovranno essere condotti approfondimenti sulle condizioni di rischio idraulico locale coerenti, in termini di metodologia applicata, ai criteri di analisi idrologica ed idraulica di cui alla Relazione Idrologico-Idraulica allegata al Piano Strutturale.

17.1.2 -Impermeabilizzazioni

- La realizzazione di vaste superfici impermeabilizzate, all'interno di zone soggette a Piano Attuativo, dovrà essere subordinata ad uno studio idrologico-idraulico di dettaglio che definisca gli interventi necessari per neutralizzare gli effetti derivanti dall'aumento dei picchi di piena e della velocità di corrivazione delle acque nel corpo ricettore, da mitigarsi attraverso cisterne, o invasi di prima pioggia, dispositivi clapet, al fine di assicurare quanto più possibile l'invarianza idraulica e il non aumento del rischio nelle aree adiacenti.
- Particolari accorgimenti dovranno essere posti anche nella progettazione delle superfici coperte, preferendo le soluzioni che permettano la riduzione della velocità dell'acqua.
- I nuovi spazi pubblici o privati destinati a viabilità pedonale o meccanizzata sono realizzati con modalità costruttive idonee a consentire l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque, salvo che tali modalità costruttive non possano essere utilizzate per comprovati motivi di sicurezza igienico-sanitaria e statica o di tutela dei beni culturali e paesaggistici.
- E' vietato il convogliamento delle acque piovane in fognatura o nei corsi d'acqua, quando sia tecnicamente possibile il loro convogliamento in aree permeabili, senza determinare fenomeni di ristagno e/o di instabilità.

17.1.3 - Fognature

- Le reti fognarie di nuova realizzazione per le acque bianche, dovranno essere progettate per favorire il massimo invaso di acqua, ottenibile attraverso ampie dimensioni, ridotta profondità (in modo da mantenerle vuote nei periodi asciutti) e bassa pendenza (per ridurre la velocità del flusso).
- Le acque raccolte dai pluviali delle coperture dovranno, quando tecnicamente possibile, essere convogliate in aree permeabili. Qualora ciò non fosse possibile potranno essere immesse nella pubblica fognatura o nel reticolo idraulico minore, prevedendo a monte sistemi di laminazione del picco di piena, valutato per eventi con tempo di ritorno ventennale (Tr20) di durata oraria (1h).
- Qualora sia previsto il convogliamento delle acque defluenti dalle fosse campestri nella fognatura pubblica, dovranno essere previsti manufatti per l'abbattimento del trasporto solido per preservare nel tempo la funzionalità delle condotte sotterranee.

17.1.4- Reticolo idrografico minore

- Qualunque intervento che modifichi l'assetto originario del reticolo idrografico minore esterno al Reticolo individuato dalla L.R. 79/2012 (sul quale gli interventi sono di competenza regionale) dovrà essere supportato da uno studio che dimostri la funzionalità del sistema drenante e le eventuali modifiche da apportare. L'indagine dovrà essere estesa all'area scolante attraverso un rilievo di dettaglio, in modo da definire i rapporti gerarchici tra le varie linee di drenaggio delle acque superficiali.
- Anche i tombamenti, laddove ammissibili, di ogni dimensione e lunghezza, in aree urbane o agricole, dovranno essere opportunamente dimensionati e supportati da apposito progetto che dimostri la funzionalità dell'opera.
- In generale tutti gli interventi non dovranno essere limitati alla conservazione dello stato attuale ma prevedere il miglioramento dell'assetto idraulico complessivo.
- La realizzazione di nuove strade o accessi carrabili (in rilevato e non) dovrà mantenere inalterata l'efficienza del reticolo idrografico, verificando le sezioni idrauliche preesistenti ed intervenendo in caso di insufficienza.
- Per gli interventi riguardanti i corsi d'acqua inseriti nel Reticolo Idrografico e di gestione della Regione Toscana, vale quanto previsto dalla L.R. 79/2012 e dalla L.R. 41/2018.

17.1.5-Manutenzione e ripristino dei corsi d'acqua

- I proprietari dei fondi interessati da corsi d'acqua o linee di drenaggio sono tenuti alla loro manutenzione senza apportare modifiche alle caratteristiche funzionali, nonché al ripristino delle stesse nei casi di non funzionamento. Sui corsi d'acqua non ricompresi nel Reticolo Idraulico definito ai sensi della L.R. 79/2012, nonché sulle fossette campestri, gli interventi di alterazione

del tracciato e/o di copertura dell'alveo potranno avvenire solo per comprovata necessità e dovranno essere opportunamente dimensionati e supportati da apposito progetto che dimostri la funzionalità dell'opera. Eventuali solchi da erosione venutisi a creare in seguito ad eventi anche eccezionali dovranno prontamente essere ripristinati, avendo cura di aumentare il volume delle affossature, per evitare il ripetersi del fenomeno.

- Per quanto riguarda i corsi d'acqua inseriti nel Reticolo Idrografico e di gestione della Regione Toscana, vale quanto previsto dalla L.R. 79/2012 e dalla L.R. 41/2018.

17.1.6-Realizzazione di locali interrati

- I locali interrati sono ammessi alle condizioni di quanto indicato dalla L.R. 41/2018.

17.1.7-Viabilità

- La realizzazione di nuova viabilità non dovrà costituire ostacolo al normale deflusso delle acque superficiali. Eventuali rilevati stradali dovranno essere corredati da specifici studi che prevedano la ricucitura del reticolo idrografico minore ed analizzino l'interazione del nuovo manufatto con la distribuzione delle acque in caso di esondazione dai corsi d'acqua limitrofi.
- Da tali studi dovranno emergere le soluzioni da adottare per non incrementare il livello di rischio idraulico nelle aree circostanti.
- Per le aree interessate da pericolosità da alluvione, vale quanto previsto dalla L.R. 41/2018.

17.2 – SALVAGUARDIE DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO

17.2.1-Pozzi

- I nuovi pozzi che attingono dalla falda freatica superficiale dovranno prevedere l'impermeabilizzazione della zona attigua al pozzo stesso, da realizzarsi mediante un marciapiede della larghezza minima di 50 cm. Al fine di evitare l'infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale, la bocca-pozzo dovrà essere collocata ad un'altezza minima di 60 cm dal piano di campagna; qualora sia mantenuta al di sotto del piano di campagna, la bocca-pozzo dovrà essere inserita in un pozzetto a tenuta stagna, protetta da un tombino.
- I pozzi profondi dovranno prevedere il corretto isolamento degli acquiferi attraversati e l'impermeabilizzazione superficiale, da ottenersi mediante corretta cementazione dei primi metri di profondità, in ottemperanza del D.P.G.R. 50/R/2015 e del D.P.G.R. 61/R/2016.
- Intorno ai pozzi ed alle sorgenti, anche se non captate, dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto all'interno della quale sono vietati lo scarico diretto nel terreno tramite subirrigazione o pozzi assorbenti, la fertirrigazione, lo spandimento di acque vegetative nonché la realizzazione di lagoni di accumulo di liquami, di strutture interrate di deposito o magazzinaggio di prodotti

chimici e simili.

- La realizzazione di nuovi pozzi è soggetta a quanto definito dal T.U. n. 1775/1933, dal DPGR 50/R/2015 e dal D.P.G.R. 61/R/2016.

17.2.2- Protezione della risorsa idrica

- Nelle zone di rispetto dei pozzi di approvvigionamento idropotabile, ai sensi del DLgs 152/2006 e ss.mm.ii. sono vietati:
 - la dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
 - l'accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
 - lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
 - la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
 - le aree cimiteriali;
 - l'apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
 - l'apertura di pozzi, ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano;
 - la gestione di rifiuti;
 - lo stoccaggio di sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
 - i centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
 - i pozzi perdenti;
 - il pascolo e la stabulazione di bestiame.
- Nelle zone di rispetto sono disciplinate queste strutture e attività:
 - fognature;
 - edilizia residenziale e opere di urbanizzazione;
 - opere viarie, ferroviarie e infrastrutture di servizio;
 - pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione.

17.2.3-Caratteristiche dei terreni per lo scarico sul suolo di reflui domestici

Nelle zone servite da fognatura nera afferente al pubblico sistema di depurazione è fatto obbligo di provvedere ad allacciarsi alla stessa, ai sensi dell'art. 14 della Legge Regionale n.20/2006. In ogni caso l'attivazione di un nuovo scarico, che non può essere per giustificati motivi allacciato alla pubblica fognatura o nel caso di assenza di rete fognaria pubblica afferente al pubblico sistema di depurazione, deve essere preventivamente autorizzata con atto formale. In base all'art. 4 della Legge Regionale, è di competenza del Comune il rilascio dell'autorizzazione allo

scarico non in pubblica fognatura di acque reflue domestiche ed assimilabili.

È vietato lo smaltimento su suolo dei reflui domestici tramite subirrigazione:

- nelle aree di frana attiva;
- nelle zone con pendenze > 15%;
- in prossimità dei corsi d'acqua per una fascia di ampiezza pari alla larghezza del corso d'acqua stesso, misurato al piede esterno dell'argine o, ove mancante, dal ciglio di sponda, maggiorata di ml. 10,00 per ogni sponda;
- nelle zone con falda prossima al piano campagna;
- nei suoli a bassissima permeabilità - impermeabili .

In deroga, la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento su suolo delle acque reflue è subordinata alla presentazione di adeguata documentazione tecnica (rilievi di dettaglio, prove tecniche, relazione geologica, etc.) che attesti la sussistenza localizzata di condizioni differenti da quelle indicate negli appositi elaborati comunali.

L'utilizzo del pozzo disperdente non è ammesso per gli insediamenti di nuova costruzione. I pozzi ancora in esercizio dovranno essere progressivamente sostituiti con impianti appropriati.

17.2.4-Utilizzazione agronomica

Le procedure e le modalità di utilizzazione agronomica degli effluenti ammessi, sono dettate al Titolo IV del Regolamento Regionale 46/R, del 2008.

17.3 – SALVAGUARDIE DELL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO

17.3.1-Modellamenti morfologici

- Gli interventi sul territorio che modifichino l'assetto originario dei luoghi (riporti e sbancamenti, viabilità in rilevato, piazzali etc.), devono essere supportati da studi di approfondimento del contesto geomorfologico dell'area in oggetto, che entrino nel merito degli effetti di tali trasformazioni sui territori circostanti.
- Qualora l'intervento ricada nelle Classi G3 e G4 di Pericolosità Geologica l'indagine geologica dovrà contenere opportune verifiche di stabilità del versante, per una esaustiva valutazione della fattibilità delle trasformazioni previste.
- Qualora l'intervento ricada nelle classi P4 e P3a dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, la fattibilità dell'intervento dovrà essere verificata preliminarmente

ai sensi delle norme del PAI.

- La gestione dei terreni escavati (riutilizzo in loco o in altra sede, smaltimento) dovrà essere condotta secondo le direttive del DPR 13 giugno 2017 n. 120 (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo).

17.3.2-Metodi di coltivazione del suolo

- Al fine di contenere e/o ridurre l'erosione superficiale delle zone coltivate, sono da evitare disposizioni di uliveti, frutteti e vigneti con linee di drenaggio a rittochino, favorendo la realizzazione di impianti di nuove colture e di nuove affossature disposte secondo direttrici a bassa pendenza. Ciò per ridurre l'energia delle acque superficiali, il ruscellamento superficiale ed il trasporto solido delle acque incanalate.

17.3.3- Programmi Aziendali Pluriennali di Miglioramento Agricolo Ambientale

- I Programmi Aziendali Pluriennali di Miglioramento Agricolo Ambientale (PAPMAA) dovranno contenere un'indagine geologico-tecnica che analizzi la compatibilità delle trasformazioni con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche ed idrauliche dell'area d'intervento.

18- CRITERI GENERALI DI TRASFORMABILITÀ E INDIRIZZI PER IL PIANO

OPERATIVO DEFINITI AI SENSI DEL DPGR 30/01/2020 N.5/R

Nell'ambito dei Piani Operativi e dei Piani Attuativi discendenti dal presente Piano Strutturale dovranno essere definite nel dettaglio i criteri per la trasformabilità del territorio e per la realizzazione di interventi edilizi ed infrastrutturali. Qui di seguito sono riportati i criteri principali riferiti al DPGR 30/01/2020 n.5/R che concorrono, insieme alle altre norme sovraordinate (tra cui le discipline del PAI, del PGA e del PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, del PTC della Provincia di Livorno) a cui dovrà essere fatto riferimento.

18.1 – CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI

Qui di seguito sono indicati i criteri riferiti al DPGR 5/R/2020 ai quali vanno aggiunti, per le aree interessate, i condizionamenti contenuti nelle Norme del Progetto di PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

18.1.1 Aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4)

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4) è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di

bacino.

a) nelle aree soggette a fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione la fattibilità degli interventi di nuova costruzione, come definiti dalla l.r. 41/2018, o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza e relativi sistemi di monitoraggio sull'efficacia degli stessi. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e opportuni sistemi di monitoraggio propedeutici alla progettazione, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza. La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

a bis) nelle aree soggette a intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo, la fattibilità degli interventi di nuova costruzione, come definiti dalla l.r. 41/2018, o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e sono tali da:

a bis.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a bis.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni in atto;

a bis.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

b) la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

18.1.2 Aree caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3)

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3) è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino. La fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete

è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
- a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza. La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente. Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

18.1.3 Aree caratterizzate da pericolosità geologica media (G2)

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica media (G2), le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

18.1.4 Aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1)

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1), non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

18.2 – CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

18.2.1 Aree caratterizzate da pericolosità sismica molto elevata (S4)

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4), in sede di piano

operativo, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:

- per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, sono realizzate indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione, così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione" – LIQ, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m.3907/2010. Tali valutazioni sono finalizzate alla individuazione delle "zone di suscettibilità a liquefazione - ZSLQ" e delle "zone di rispetto a liquefazione – ZRLQ";
 - nel caso di zone di instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione sono effettuati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche per la predisposizione di verifiche di stabilità del versante, tenuto conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" -FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.
- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4) si fa riferimento ai seguenti criteri:
 - nelle aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata alla preventiva realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4) da accertare in funzione dell'esito delle verifiche geotecniche in fase di rilascio del titolo abilitativo;
 - relativamente alle aree di instabilità di versante attive, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione, è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza, secondo le indicazioni di cui al paragrafo 3.1.1, lettera a) del DPGR 5/R/2020. Agli interventi sul patrimonio esistente, si applicano i criteri definiti al paragrafo 3.1.1 lettera b) dello stesso DPGR 5/R/2020;
 - la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento

o adeguamento, la fattibilità è subordinata anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

18.2.2 Aree caratterizzate da pericolosità sismica elevata (S3)

Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3), in sede di piano attuativo o, in sua assenza, dei progetti edilizi, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:

- per i terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica sono effettuati indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione (LPI), così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione" – LIQ, approvate con la deliberazione della Giunta regionale 23 febbraio 2015, n.144 (Redazione delle specifiche tecniche regionali per la Microzonazione sismica). Tali valutazioni sono finalizzate alla individuazione della "zona di suscettibilità a liquefazione - ZSLQ" e della "zona di rispetto a liquefazione – ZRLQ";
- nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;
- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;
- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella sismica a rifrazione o riflessione.
- nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche,, tenendo conto anche

dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" -FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010

- Nell'ambito dell'area caratterizzata a pericolosità sismica locale elevata (S3), la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:
 - realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classi d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;
 - realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.
 - Per le aree caratterizzate dalla classe di pericolosità sismica locale elevata (S3), è necessario rispettare i seguenti criteri:
 - per le aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche delle condizioni di liquefazione dei terreni e, in funzione di tale analisi, alla realizzazione di interventi di riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC2018, punto 7.11.3.4);
 - per le aree di instabilità di versante quiescenti, la fattibilità di interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche di stabilità di versante e alla preventiva realizzazione, qualora necessario, degli interventi di messa in sicurezza individuati al paragrafo 3.1.1, lettera a). La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente è subordinata a quanto indicato al paragrafo 3.1.1 punto b) del DPGR 5/R/2020;
 - la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

18.2.3 Aree caratterizzate da pericolosità sismica media (S2)

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica media (S2) non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

18.2.4 Aree caratterizzate da pericolosità sismica bassa (S1)

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale bassa (S1), non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

18.3 – CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AL RISCHIO DI ALLUVIONI

- La caratterizzazione delle aree a pericolosità da alluvioni di cui alla "Carta della pericolosità da alluvioni" del Piano Strutturale è effettuata secondo la seguente classificazione:
 - Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della l.r. 41/2018 e s.m.i.
 - Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r. 41/2018 e s.m.i.
 - Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs. 49/2010.
 - Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino. La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della l.r. 41/2018, secondo le indicazioni di cui al precedente Par. 16.1.1.
 - Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r. 41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne

l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici. In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti. Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

18.4 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE A PROBLEMATICHE CONNESSE ALLA RISORSA IDRICA

- Nelle aree ove la previsione possa incrementare una situazione di squilibrio in atto della risorsa idrica o generare situazioni di criticità della risorsa idrica è necessario rispettare i seguenti criteri generali, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino:
 - la fattibilità degli interventi è subordinata alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di eliminazione o mitigazione dello stato di rischio idrogeologico accertato o potenziale, tenuto conto della natura della trasformazione e delle attività ivi previste.
 - la fattibilità degli interventi è subordinata a contenere i possibili rischi d'inquinamento.

18.4.1 Piano di Gestione Acque delle acque e dei corpi idrici sotterranei del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale (PdG)

Il PdG, approvato con DPCM 27 ottobre 2016, pubblicato in G.U. n.25 del 31 gennaio 2017, è interamente consultabile sul sito www.appenninosettentrionale.it, e rappresenta lo strumento di pianificazione e gestione della risorsa idrica nel distretto dell'Appennino Settentrionale previsto dalla dir. 200/60/CE.

Finalità del Piano è il raggiungimento del buono stato ambientale per tutti i corsi idrici, superficiali e sotterranei.

Tutte le schede dei corpi idrici con la descrizione delle fragilità rilevate sono consultabili sul sito

www.appenninoseptentrionale.it e nel relativo MapStore.

Le nuove previsioni non dovranno produrre deterioramenti dei corpi idrici interessati, né essere causa del non raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal Piano di gestione.

19- CONCLUSIONI

Il presente studio geologico, condotto ai sensi del DPGR 30/01/2020 n.5/R ha permesso di aggiornare il quadro conoscitivo di riferimento del territorio comunale di Monteverdi Marittimo, fornendo le indicazioni circa le criticità degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici su cui basare le scelte di pianificazione territoriale.

Tali studi risultano coerenti anche con i contenuti del Progetto di PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, del quale hanno contribuito ad aggiornare il quadro conoscitivo e le valutazioni di pericolosità.

Sono stati inoltre indicati i criteri per la definizione della fattibilità degli interventi da attuarsi nelle fasi pianificatorie successive, tra cui Piani Operativi e Piani Attuativi.

Collesalveti, marzo 2024

Dott. Geologo Sergio Crocetti
n.988 Ord.Reg.Toscano

