



COMUNE DI MONTEVERDI MARITTIMO
Provincia di Pisa



**INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE
DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE ED AL
REGOLAMENTO URBANISTICO**

Ai sensi:

Ord. P.C.M. n°3274/03 – L.R. n°1/05 del 03/01/2005 – D.C.R.T. n°13 del 25/01/05 (PAI Toscana Costa)–
Del. C.P. di Pisa n.100/06 del 27/07/06 - D.P.G.R. n°26/R del 26/04/07 - D.C.R. n°72/07 del 24/07/07

RELAZIONE

Dott. Geol. Sergio CROCETTI
Via Palestro 49 – Collesalveti (LI)
N.988 Ord. Regionale della Toscana

Dott. Geol. Giancarlo LARI
P.^{za} Martiri della Libertà 7– Volterra (PI)
N.183 Ord. Regionale della Toscana

01	12/04/2008	2^ Redazione – adeguamento DPGR 26/R	S. Crocetti/G. Lari	S. Crocetti/G. Lari
00	07/03/2006	1^ Redazione	S. Crocetti/G. Lari	S. Crocetti/G. Lari
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato

INDICE RELAZIONE

1 – PREMESSA ed ASPETTI NORMATIVI	4
2 – METODOLOGIA DI STUDIO	5
3 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL COMUNE	8
3.1 – CARATTERI STORICI E LINEAMENTI FISICI GENERALI	
3.2 – CENNI DI CLIMATOLOGIA	
4 – GEOLOGIA	16
4.1 – UNITA' TETTONICHE	
4.2 – LA CARTA GEOLOGICA	
4.3 – STRATIGRAFIA	
4.4 – CENNI DI TETTONICA	
5 – GEOMORFOLOGIA	35
5.1 – LA CARTA CLIVOMETRICA	
5.2 – LA CARTA GEOMORFOLOGICA	
5.2.1 – LE FORME DI VERSANTE	
5.2.2 – I PROCESSI FLUVIALI E DI DILAVAMENTO	
5.2.3 – GLI ELEMENTI ANTROPICI	
6 – I DATI DI BASE	45
6.1 – LA GEOTERMIA	
7 – CARATTERISTICHE LITOLOGICO-TECNICHE	50
7.1 – LA CARTA LITOLOGICA	
7.2 – PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI	
7.3 – CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA	
8 – IDROGEOLOGIA	62
8.1 – IDROGRAFIA DI SUPERFICIE	
8.2 – LA CARTA IDROGEOLOGICA o DELLA PERMEABILITA'	
8.3 – ASSETTO IDROGEOLOGICO	
8.4. – LA RISORSA IDRICA NEL COMUNE	
8.5 – CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA	
9 – LA PERICOLOSITA'	75
9.1 – LA CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA (P.A.I.)	
9.2 – LA CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	
9.3 – LA CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA	
9.4 – LA CARTA DELLA ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (ZMPSL) E DELLA PERICOLOSITA' SISMICA	

10 – INDIRIZZI PER LA GESTIONE E TUTELA DEL TERRITORIO	87
11 – FONTI BIBLIOGRAFICHE	92

Indice delle FIGURE

Fig. 1 - Lineamenti idrografici generali della provincia di Pisa	12
Fig. 2 - Rapporti di giacitura tra le diverse Unità tettoniche riconosciute nella Toscana meridionale	19
Fig. 3 - Ricostruzione della geosinclinale appenninica al Cretaceo superiore	20
Fig. 4 – Schema tettonico	34
Fig. 5 – Ubicazione dei sondaggi profondi studiati	48
Fig. 6 – Correlazione litostratigrafica sezione NNO-SSE	49
Fig. 7 – Tabella dei terremoti storici anteriori al 1930	57
Fig. 8 – Tabella dei terremoti storici dal 1930 al 1980	58
Fig. 9 - Epicentri dei terremoti storici in Toscana	60
Fig. 10 – Tabella Vulnerabilità Idrogeologica e relativi livelli di rischio	74

Indice delle TABELLE

Tab. 1 - Molino del Balzone [2390] – Dati pluviometrici max int.tà	13
Tab. 2 - Sassetta [2380] – Dati pluviometrici max int.tà	14
Tab. 3 – Castagneto Carducci [2270] – Dati pluviometrici max int.tà	14
Tab. 4 - Canneto [2170] – Dati pluviometrici max int.tà	15
Tab. 5 – Classi di acclività	37
Tab. 6 - Parametri geotecnici	54
Tab. 7 - Correlazione scale MERCALLI – RICHTER	59
Tab. 8 - P.I.T.: Corsi d'acqua con Ambiti di rispetto nel Comune di Monteverdi	63
Tab. 9 – Permeabilità delle formazioni geologiche	64
Tab. 10 - Potenzialità idriche comunali	69
Tab. 11- Pozzi di recente perforazione	69
Tab. 12 - Elenco sorgenti e pozzi del territorio comunale	70
Tab. 13 - Classificazione Vulnerabilità Idrogeologica	71
Tab. 14 - Classificazione di Pericolosità Idraulica P.A.I.	77
Tab. 15 - Classificazione di Pericolosità Geomorfologica P.A.I.	77
Tab. 16 - Classificazione di Pericolosità Geomorfologica	80

RELAZIONE

1 – PREMESSA ed ASPETTI NORMATIVI

Il Piano Strutturale (P.S.) del Comune di Monteverdi Marittimo definisce le strategie per il governo del territorio al fine di garantire lo sviluppo sostenibile della comunità locale in conformità alla Legge Regionale n.1 del 03.1.2005 e successive modifiche ed integrazioni.

A seguito degli incarichi conferiti dall'Amministrazione Comunale in data 3 Maggio 2004 con atto Rep. n.391 e il 19 Marzo 2008 con atto Rep. 460, i sottoscritti Geologi Sergio Crocetti e Giancarlo Lari hanno redatto la documentazione di analisi ambientale (caratteristiche geomorfologiche, geologiche, litotecniche e idrogeologiche) per l'intero territorio, al fine verificare le condizioni di pericolosità e successivamente di fattibilità geologica a corredo del nuovo Piano Strutturale, quest'ultimo redatto dagli Architetti Massimo Bartolozzi e Maria Elena Pirrone.

Il Comune di Monteverdi, ha stipulato un Protocollo d'intesa con la Provincia di Pisa in data 10.02.2003 per la realizzazione e lo sviluppo del SITI e per l'attivazione di una collaborazione tecnica finalizzata alla predisposizione coordinata del Piano strutturale e all'acquisizione in forma digitale degli elaborati prodotti.

In virtù di quest'accordo la Provincia di Pisa, tramite il SITI, ha fornito una serie di elaborati di base, fra cui la cartografia regionale in formato vettoriale (scala 1:10.000 e 1:2.000), le ortofoto, la Carta Geologica e la Carta Geomorfologica derivanti dal rilievo CARG e relative all'intero territorio comunale in scala 1:10.000.

La stesura delle indagini geologiche, che rappresentano la base del quadro conoscitivo del territorio, è stata eseguita in conformità con la seguente legislazione nazionale e regionale di riferimento:

- Legge 17.8.1942, n. 150 (Legge Urbanistica);
- L.R. n.1 del 3 Gennaio 2005 e succ. modifiche ed integrazioni;
- D.L. n. 180 del 11 Giugno 1998 (Adozione delle misure di salvaguardia per le aree a pericolosità e a rischio idraulico molto elevato individuato e perimetrato nel "Piano straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio idrogeologico più alto nel Bacino

del Fiume Arno”).

- Del. C.P. di Pisa n. 100 del 27/07/2006 (adeguamento del P.T.C. al P.I.T.);
- Del. C.R. n. 72 del 24/07/2007 (Piano Indirizzo Territoriale) pubblicata sul BURT n.42 il 17/10/2007;
- Ord.za P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 (Nuova classificazione sismica);
- Del. C.R. n.431 del 19/06/2006 (Riclassificazione sismica del territorio regionale);
- Del. Presidente della Giunta Regionale Toscana n.26/R del 27 aprile 2007, - Regolamento di attuazione dell'art. 62 della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche.

Riguardo all’assetto idraulico-idrogeologico il territorio di Monteverdi M.mo ricade interamente all’interno del bacino Regionale “Toscana Costa”.

Pertanto vengono applicate le seguenti disposizioni:

- Delibera di Giunta della Regione Toscana n.13 del 25/01/2005 (Delibera di Approvazione del PAI del Bacino Toscana Costa).

2 – METODOLOGIA DI STUDIO

Sulla base della normativa vigente ed in accordo con l’Ufficio Tecnico del Comune di Monteverdi M.mo e con i Tecnici dell’Ufficio Tutela del Territorio di Pisa – Regione Toscana lo studio si è articolato secondo le seguenti fasi:

- ❖ Consultazione dei precedenti studi geologici redatti dal Dott. G. Graziani a supporto dello S.U. vigente;
- ❖ Ricerca e raccolta della bibliografia e dei dati di base geologici, morfologici, geotecnici, idrogeologici e idraulici disponibili sul territorio comunale di Monteverdi M.mo, (Ufficio tecnico comunale, ENEL, ASA, Studi geologici privati, etc.).
- ❖ Aggiornamento del rilevamento geologico-strutturale di dettaglio dell'intero territorio del Comune, finalizzato a verificare la cartografia geologica (CARG) messa a disposizione dalla Provincia di Pisa;
- ❖ Aggiornamento del rilevamento geomorfologico di dettaglio dell'intero territorio comunale,

finalizzato a verificare la cartografia geomorfologica messa a disposizione dalla Provincia di Pisa;

- ❖ Studio stereoscopico di fotogrammi aerei dell'intero territorio comunale relativi a voli del 1982, 1988, 1993 e 1996 forniti dalle ditte C.G.R. di Parma e Rossi di Firenze, previa autorizzazione della Regione Toscana.
- ❖ Classificazione delle Formazioni geologiche sotto il profilo litotecnico con indicazioni sulla risposta all'evento sismico, in base alla composizione, alla fratturazione, al grado di addensamento/consistenza/alterazione dei singoli litotipi ed al loro stato fisico;
- ❖ Classificazione delle Formazioni geologiche sotto il profilo idrogeologico e di vulnerabilità della risorsa idrica;
- ❖ Acquisizione e verifica dati relativi a pozzi e sorgenti presenti nell'intero territorio comunale;
- ❖ Suddivisione dell'intero territorio in 7 distinte classi clivometriche;
- ❖ Individuazione per i tre centri abitati (Monteverdi, Canneto e Gualda) delle zone a maggiore pericolosità sismica locale e relativo grado di pericolosità sismica;
- ❖ Carta di sintesi della Pericolosità Geomorfologica ed Idraulica secondo la recente normativa P.A.I., per la definizione delle aree a Pericolosità di Frana ed Idraulica Elevata e Molto Elevata;
- ❖ Sintesi finale con zonazione del territorio eseguita sulla base delle caratteristiche relative alla "Pericolosità geologica, idraulica e sismica".

La sintesi cartografica prodotta è stata restituita in scala 1:10.000 e 15.000; per coprire tutto il territorio comunale è stato necessario suddividere ogni Tavola in due quadranti, rispettivamente il nord (**a**) ed il sud (**b**).

Lo studio geologico tecnico è composto dai seguenti elaborati:

1. **Tavole 1a e 1b - Carta Geologica:** si basa su criteri di distinzione litostratigrafica in base alle caratteristiche litologiche, paleontologiche, sedimentologiche, petrografiche, mineralogiche e morfologiche riconoscibili alla scala dell'affioramento e distinguibili da quelle adiacenti; Scala 1:10.000. La **Tavola 1c** contiene invece le sezioni geologiche in prossimità dei principali centri abitati.
2. **Tavole 2a e 2b - Carta Geomorfologica:** contiene informazioni sui processi e sui fenomeni morfologici quali: fenomeni dovuti alla gravità, processi fluviali e di dilavamento, forme antropiche, idrografia superficiale ed elementi tettonici; Scala 1:10.000.

3. **Tavola 3 - Carta dei dati di base:** indica l'ubicazione delle indagini in sito effettuate in occasione di precedenti studi, quali sondaggi geognostici, prove penetrometriche statiche e dinamiche, indagini geofisiche, pozzi a stratigrafia nota e saggi di scavo utilizzate per la caratterizzazione stratigrafica e fisico- meccanica dei terreni; Scala 1:15.000.
4. **Tavole 4a e 4b - Carta Litotecnica:** è la Carta delle caratteristiche litologico-tecniche degli ammassi affioranti redatta secondo le indicazioni del DPGR 26/R, integrate con indicazioni ed informazioni relative al comportamento in caso di propagazione di onde sismiche (Valutazione degli Effetti Locali); Scala 1:10.000.
5. **Tavole 5a e 5b - Carta Clivometrica:** vi sono distinte le aree a differenti classi di acclività (7) ritenute significative in rapporto al quadro altimetrico locale ed alle "soglie" che rivestono importanza nei confronti della propensione al dissesto dei terreni; Scala 1:10.000.
6. **Tavola 6 - Carta Idrogeologica:** è la Carta della permeabilità delle varie Formazioni affioranti, della posizione dei pozzi, delle sorgenti e dei reticoli drenanti; Scala 1:15.000.
7. **Tavola 7 - Carta della Vulnerabilità Idrogeologica** redatta secondo le indicazioni del PTC provinciale, tende ad individuare il grado di vulnerabilità della risorsa idrica sulla base delle caratteristiche delle formazioni affioranti e degli acquiferi. Scala 1:15.000.
8. **Tavole 8a e 8b - Carta della Pericolosità Geomorfologica-Idraulica PAI:** redatta secondo le norme P.A.I. approvate del Bacino Regionale Toscana Costa. Sulla carta sono distinte le pericolosità di frana ed idraulica elevata e molto elevata; Scala 1:10.000.
9. **Tavole 9a e 9b - Carta della Pericolosità Geomorfologica:** vi sono distinte le varie porzioni del territorio comunale ricondotte alle quattro classi di pericolosità previste dal Reg. 26/R adeguate al PAI: Bassa (=G. 1), Media (=G. 2), Elevata (=G. 3) e Molto Elevata (=G. 4). La Classe 3 è stata frazionata rispettivamente in 2 sottoclassi (a – b) per meglio definire il grado di pericolosità; Scala 1:10.000.
10. **Tavola 10a e 10b - Carta della Pericolosità Idraulica:** vi sono distinte le varie porzioni del territorio comunale ricondotte alle quattro classi di pericolosità previste dal Reg. 26/R adeguate al PAI: Bassa (=I. 1), Media (=I. 2), Elevata (=I. 3) e Molto Elevata (=I. 4). Scala 1:10.000.
11. **Tavole 11a, 11b, 11c – Carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale (ZMPSL) e della Pericolosità Sismica:** redatta per i tre centri abitati principali: Monteverdi M.mo, Canneto e Gualda, vi sono distinte le varie porzioni del territorio comunale ricondotte alle quattro classi di pericolosità previste dal Reg. 26/R: Bassa (=S. 1), Media (=S. 2), Elevata (=S. 3) e Molto Elevata (=S. 4). Scala 1:2.000 o 1:5.000.

12. **Relazione tecnica** descrittiva della metodologia seguita e dei vari elaborati prodotti: sintetizza gli elementi che da esse emergono e che possono talvolta rappresentare controindicazioni con limitazioni alle utilizzazioni di Piano che verranno previste.

La Carta della Fattibilità, con le relative norme applicative a carattere geologico tecnico, sismico ed idraulico, sarà redatta contestualmente alla stesura del Regolamento Urbanistico, successivo alla definizione delle scelte di "Piano".

Tutte le carte sono state redatte in scala 1:5.000 e/o 1:2.000, nei centri abitati, utilizzando la base topografica regionale vettoriale fornita dall'Amministrazione Provinciale ed elaborate in formato digitale servendosi del software G.I.S. – *ArcMap 8.3*; tale operazione permette così la restituzione cartacea in scale ritenute appropriate.

3 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL COMUNE

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.

3.1 – 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 Biciardo) 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 Mässera 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 Mässera e tributari (Torrente Masserella, T. Balconio, 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. Màssera e nei limitati tratti pianeggianti dei fondovalle del T. Màssera, 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.

In Figura 1:

**LINEAMENTI IDROGRAFICI GENERALI DELLA PROVINCIA DI PISA
da MAZZANTI R. – La morfologia e le vicende geologiche**

in CECHELLA A. & PINNA M. – LE COLLINE PISANE E LA VAL DI CECINA

Studio economico e territoriale – Centro studi economico finanziari – Pisa, 1993 - pag. 13.

Il Comune di Monteverdi, situato all'estremità meridionale della Provincia di Pisa, al confine con le Provincie di Livorno e Grosseto, è ubicato "a cavallo" delle valli del Fiume Cecina a nord (alta valle del Torrente Sterza) e del Fiume Cornia a sud (medio-alta valle del Fiume Cornia con le valli laterali dei Torrente Màssera e Lodano).

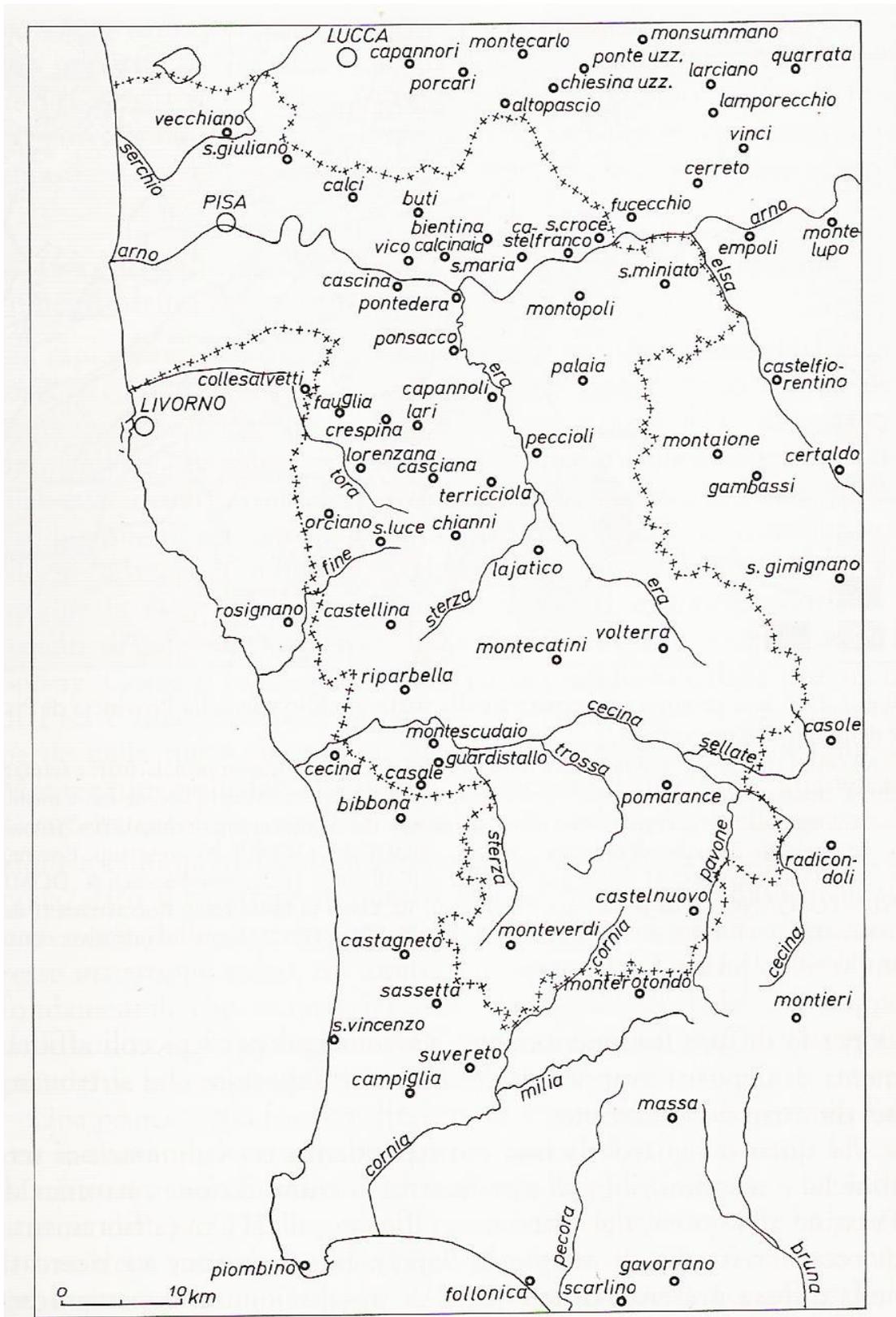


Figura 1: LINEAMENTI IDROGRAFICI GENERALI DELLA PROVINCIA DI PISA

3.2 – CENNI DI CLIMATOLOGIA

Il clima è legato a fattori meteorologici che interessano il bacino Ligure-Tirrenico e secondo la classificazione di Thornthwaite (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.

Qui di seguito riportiamo i dati pluviometrici di massima intensità relativi alle Stazione di Molino del Balzone, Castagneto Carducci, Sassetta e Canneto dal 1938 al 1996 reperiti presso gli Annali Idrologici.

Tabella 1 - Molino del Balzone [2390] – Dati pluviometrici di massima intensità

Anno	5'	10'	15'	20'	30'	1 ^h	3 ^h	6 ^h	12 ^h	24 ^h
------	----	-----	-----	-----	-----	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

1975			22,3			31,8	37,6	40,8	70,6	74,2
1976			12,4			20,4	54,8	80,4	82	84,6
1977		12				24	30,2	32,4	44	47
1978			12,2			20	24,6	28,6	29,6	33,8
1979			13,4			24,2	27	34	37,6	60,2
1980			10,2			20,2	42,8	43,6	63	67,6
1982		12				26	29	34	43	43,2
1983			14,6			51,6	69,2	72,8	78,8	119,2
1984		14,6				28,2	69,6	70,6	70,6	70,6
1985				10,6		20	28,6	29,8	32,2	44,2
1986		10,6	11,2	13	18,2	31,2	55,4	59,2	59,2	63,8
1987		13,4	19,6	25,4	36	54,6	67,2	68,4	89,8	102,8
1988	11,1	13,9	16,7	19,4	26	33,8	50,9	59,3	67,8	103,2
1989	10,5	11	11,8	12,8	14,7	18,4	28,3	40,3	59,3	64,4
1990		8,2		13,4	15,4	20,8	45	67,8	71,2	71,2
1991		7,8		14,2	19,8	27,4	42	59,2	60	60,6
1992		13,4		20	24,4	41,4	50	55,4	56	65
1993		3,2		6,2	9,2	12,8	26,6	43,6	64,2	74
1994		1,2		2,2	3,2	6,2	14,2	23,4	27,4	40,6
1995		11,4		13,8	15,2	19,6	30	33,2	37	37,6
1996		12		15	18	26,6	45,8	48,8	50	50,6

Tabella 2 - Sassetta [2380] – Dati pluviometrici di massima intensità

Anno	5'	10'	15'	20'	30'	1 ^h	3 ^h	6 ^h	12 ^h	24 ^h
1938						35				
1975			11,4			21,6	24,6	33	48,4	72,2
1976			11,2			22,6	32	41,8	50	53,4
1977			13,2			26	37,2	49,6	59,2	74
1978			11,4			23,2	33,6	44,8	46,8	55,2
1979			11,8			31,2	35	47,2	71,8	130,2
1980		10,2				27	52,2	52,6	53,2	66,8
1982		11,6				15,2	28	34,4	59,8	61,2
1987	11,4	22,4	28,4	32,4	37,2	65	105	107,4	107,4	110,6
1990		8		13,2	17,8	29,8	56,2	75,4	78,4	78,4
1992		14,8		21,2	26,2	26,2	35,8	42,8	62	71,6
1994		6,4		11,4	12,8	17	27,8	45,8	68	75,6
1996		12,6		16,4	20	38	54,2	56	56	65,8

Tabella 3 - Castagneto Carducci [2270] – Dati pluviometrici di massima intensità

Anno	5'	10'	15'	20'	30'	1 ^h	3 ^h	6 ^h	12 ^h	24 ^h
1974					14	24,2	39,2	40,6	50,6	58,8
1975		10,2				22	36,4	44,2	45,8	51,6
1976			12,8			29	32	44,4	52	52,6
1977			14,6			24,2	29,2	29,2	41,2	45,6
1978			11,4			17	34,4	40,4	44,8	44,8
1979			18,4			25,2	41,2	43,2	49,4	78,4
1980		12,4				35,2	44,4	44,8	45	45
1981		15				35	40	40,6	46	88,8

1982		17,2				18	20	24,8	40	42
1983			20			45	110	122	124,4	202,8
1984		16,4				38,4	44,6	46,8	48,4	81,2
1985				13		20,6	30,8	37	45,6	54,6
1986	10,4	12	13,6	15,2	18,4	20,6	23,8	37,2	53	74
1987		10,4	12,2	14	17,6	31,4	44	49,2	60,6	60,6
1988	11,2	14,4	17,5	20,7	27,3	48,5	70,6	85,2	85,2	86,6
1989	3,8	7	10,2	10,7	13,9	18,2	25,3	31,9	39,3	50,4
1990		4		7,4	9,6	11,6	15	21,4	41,6	61
1992		16,4		25,4	31	38,4	80,6	80,6	80,6	80,6
1993		8,8		16,4	17,6	19	27,2	40,8	66,8	78,8
1994		11,2		16,4	21,6	31,4	58	58	61,8	68,4
1995		9,6		10	10,6	13,4	27,2	33,6	35	36,4
1996		10,2		11	12,6	20,4	45,2	53,2	57	57,2

Tabella 4 - Canneto [2170] – Dati pluviometrici di massima intensità

Anno	5'	10'	15'	20'	30'	1 ^h	3 ^h	6 ^h	12 ^h	24 ^h
1974			11,2							
1975			17,8			23,6	25,4	33,2	53,6	61,2
1976			14,6			22,6	25,8	31	38,6	41,8
1977			10,6			18,6	26,2	34,8	45,8	48,4
1978			12,6			25,4	55,8	64,8	68,6	83,2
1979					30,2	43	43,4	43,4	51,8	90,8
1980		2,4		4,6	6,8	11,4	16,6	28	38,8	48,2
1981		15				48	58,4	59	74,2	90
1982			11			20,4	30	44	51	60,6
1983		18,8				38,4	53	53,2	53,6	77,4
1984		8,8		15,6	19,4	23,4	42,6	43	43	43
1985			10,2			14	20,2	25,6	32	47
1986				10,4	10,8	12,6	21,6	35,4	48,8	60,8
1987						11,4	16,6	20,8	31,8	53,6
1988	8,1	11,2	12,2	13,1	15	23,6	50,6	62,5	81,2	93,4
1989	10,3	11	13,7	16,3	26,4	27	33,5	45,8	62,7	68,6
1990		11,6		14,4	17	24	40,2	58	61,6	61,6
1991		10,6		20,4	26,4	42,4	72,4	97,4	106	121,4
1992		10,8		14,4	18,2	22	35,6	48,4	68,8	77,4
1993		9,2		12,8	15,6	22,2	42,4	56,8	67,6	72,2
1994		8,4		10,4	10,8	13,4	26,2	42,8	69,4	77,4
1995		10,4		14,8	19,4	38,4	68,2	68,2	68,2	72
1996		7,8		12,6	16,2	25,8	34	34	36	36,6

Si può sottolineare inoltre che negli ultimi trenta anni nell'area circostante il territorio monteverdino sono stati registrati i seguenti eventi meteorici di forte intensità e breve durata che portano ad una situazione di criticità del reticolo di smaltimento superficiale (fognature e botri):

- Stazione Molino del Balzone: 1975 – 22,3 mm/15'; 1987 – 54,6 mm/1h.

- Stazione di Sassetta: 1987 – 37,2 mm/30' e 65,0 mm/1h; 1992 - 26,2 mm/30'.
- Stazione di Canneto: 1981 – 48 mm/1h; 1989 -26,4 mm/30'; 1991 - 26,4 mm/30'.
- Stazione di Castagneto C.ci: 1987 - 27,3 mm/30' e 48,5 mm/1h.

Da sottolineare che spesso eventi di intensità minore ma di durata maggiore, non eccezionali, possono comunque creare tracimazioni o modeste inondazioni nei fondi valle e/o in corrispondenza di attraversamenti o tombamenti, non tanto per l'altezza del battente idraulico, quanto piuttosto per la quantità di trasporto solido (ciottoli, terra, piccoli resti arborei, etc.) che genera occlusioni e/o forti riduzioni delle sezioni di scorrimento.

4 – GEOLOGIA

Partendo dal quadro geologico esistente:

- ❖ 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.R.G. del Comune di Monteverdi M.mo in scala 1:10.000 redatta nel 1998 da G. Graziani;
- ❖ 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);

è stata operata una revisione della CARTA GEOLOGICA attraverso rilevamenti di campagna, verifica tramite foto-interpretazione e controlli con dati di base (sondaggi, pozzi, prove penetrometriche etc.); la nuova cartografia è riportata nelle **Tavole 1a - 1b**.

In particolare nella redazione della nuova carta è stata confermata la legenda e l'ordine di sovrapposizione delle unità formazionali utilizzati nella cartografia CARG fornitaci dalla Provincia di Pisa.

Le numerose Formazioni geologiche che affiorano nel territorio del Comune di Monteverdi

fanno parte della Serie Toscana, di tre Complessi del Dominio Ligure e del Complesso Neoautoctono. Ciascun Complesso, a cui corrisponde una Unità tettonica, è composto da un numero variabile di Formazioni.

4.1 – UNITA' TETTONICHE (dal basso verso l'alto):

La Serie Toscana

E' composta dall'Unità Toscana non metamorfica, la cosiddetta **Falda Toscana** (Auctt.).

Il Dominio Ligure

Le Unità Liguri (alloctone) sono composte da Formazioni geologiche che 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.

Esse sono le seguenti (dal basso verso l'alto):

- **Unità di Monteverdi Marittimo-Lanciaia** (= Flysch a Elmitoidi Auctt.)
- **Unità ofiolitifera di Castelluccio-Montaione**
- **Unità delle Argille scagliose ofiolitifere**

Il Neogene (Neoautoctono)

- **Depositi del Miocene superiore**
- **Depositi del Pliocene**
- **Depositi del Pleistocene**
- **Depositi recenti ed attuali**

Di seguito vengono prima elencate e poi descritte le varie Formazioni geologiche, procedendo da quelle più antiche alle più recenti. La denominazione delle formazioni riprende quella introdotta nel Progetto CARG, intrapreso dal Servizio Geologico per uniformare le varie unità litostratigrafiche presenti sul territorio regionale. Ne deriva che alcuni termini risultano diversi dal toponimo classico utilizzato finora, toponimo che – nei casi di diversità - viene menzionato nella relazione.

La "Serie Toscana"

L 'Unità Toscana non metamorfica, la cosiddetta **Falda Toscana** (Auctt.), è composta

da una decina di Formazioni, ma nel territorio esaminato affiora soltanto il **Macigno (MAC)** che affiora in estensione limitata in località Poggio alle Macine.

Le "Liguridi"

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

In Figura 2:

RAPPORTI DI GIACITURA TRA LE DIVERSE UNITA' TETTONICHE RICONOSCIUTE NELLA TOSCANA MERIDIONALE

Dalle NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOLOGICA DELLA PROVINCIA DI PISA – Sezioni
MONTEVERDI, CANNETO, SASSETTA, CASTELNUOVO V.C., SASSO PISANO, LUSTIGNANO, ecc. di
SANDRELLI F. e collaboratori

Il territorio comunale di Monteverdi è costituito in gran parte da Formazioni geologiche appartenenti alle Unità tettoniche alloctone di facies Ligure.

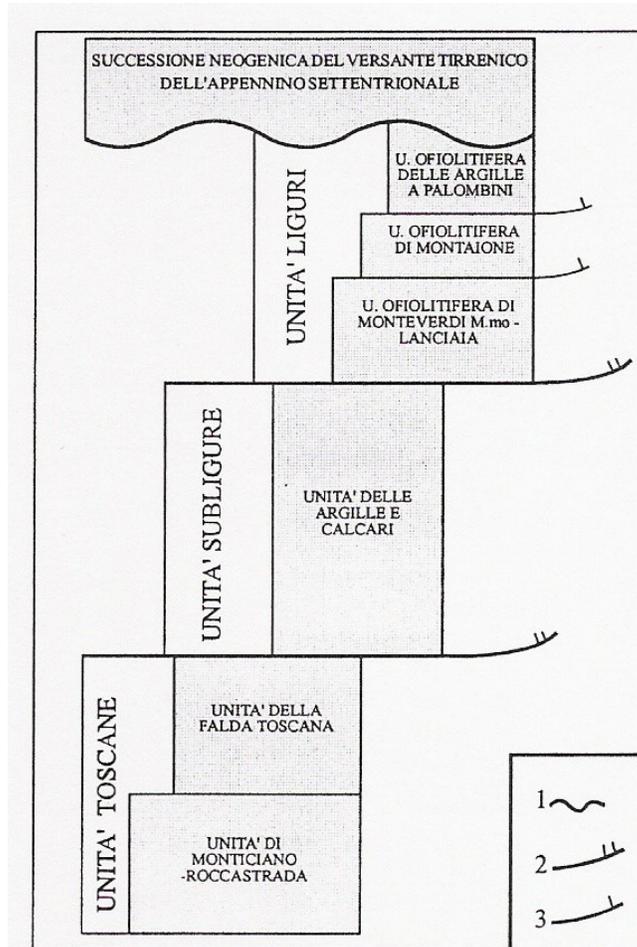


Figura 2: RAPPORTI DI GIACITURA TRA LE DIVERSE UNITA' TETTONICHE RICONOSCIUTE NELLA

TOSCANA MERIDIONALE

In Figura 3:

**RICOSTRUZIONE DELLA GEOSINCLINALE APPENNINICA
AL CRETACEO SUPERIORE**

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.

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.

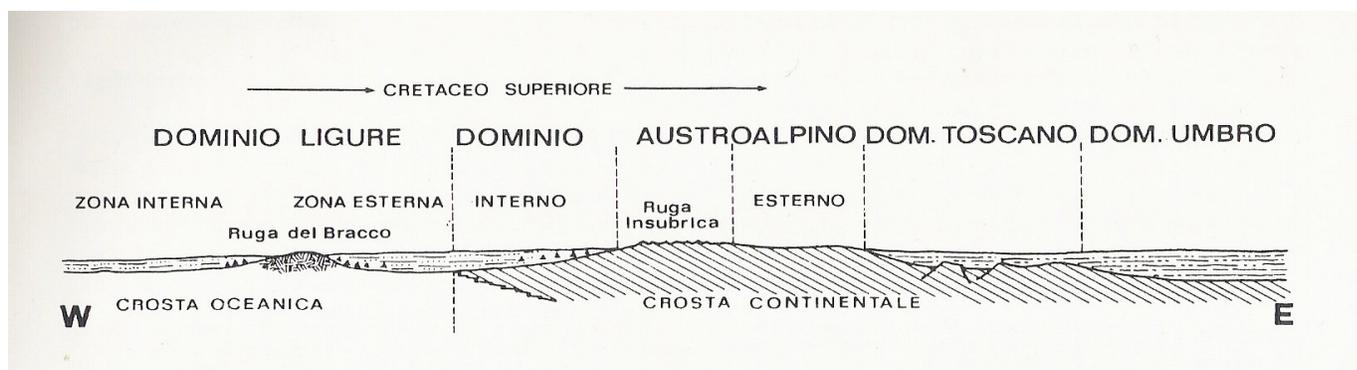


Figura 3: RICOSTRUZIONE DELLA GEOSINCLINALE AL CRETACEO SUPERIORE CON LA DISTINZIONE DEI DIVERSI DOMINII CHE SARANNO COINVOLTI NELL'OROGENESI DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE.

4.2 – LA CARTA GEOLOGICA

Di seguito si riportano le formazioni geologiche in affioramento nel territorio comunale (**Tavole 1 a – b**) seguendo l'ordine di giacitura dal basso, ovvero dalle unità stratigrafiche più antiche a quelle più recenti.

4.3 – STRATIGRAFIA

Falda Toscana

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 microconglomerato (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.

Unità ofiolitifera di Monteverdi M.^{mo} - Lanciaia

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 vari colori, frequentemente mangesifere 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.

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.

Serpentinite (E) (= Serpentine Aucct.) – Peridotiti serpentinizzate interessate da intensi sistemi di fratture. Sono il prodotto della risalita diapirica di materiali magmatici provenienti dal mantello, lungo le faglie trasversi 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 brecce di gabbro (G) – I gabbri sono rocce magmatiche intrusive solitamente associati alle serpentine. 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.

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 medio-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 sublitografico 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 politico-arenaceo (**APA01**) 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.

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.

Unità ofiolitifera di Castelluccio - Montaione

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

Formazione di Montaione (MIO)

E' un Flysch ad Elmintoidi simile alla formazione di Monteverdi M.mo dalla quale differisce per

•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 di montagne).

I Depositi del Neautoctono Toscano sono ulteriormente suddivisi nei seguenti:

- depositi miocenici del Tortoniano superiore (tra loc. Ficcatoina 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).

*Tra la Carta Geologica compilata per la presente indagine, "Tavola 1" e la Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 – F. 119 MASSA MARITTIMA, II Ed.^{ne}, Roma, 1969 – esistono differenze notevoli per la **stratigrafia**, minime per la **tettonica**. Le differenze sono rilevanti soprattutto per le Formazioni geologiche appartenenti al ciclo Neogenico, distinte in Tavola 1 in Depositi del Miocene Superiore, Pliocene inferiore-medio, Pleistocene, Olocene.*

Questi depositi sono stati oggetto di studi geologici moderni nei primi anni '90 (MAZZANTI R. et alii., 1993) e successivamente dei rilevatori della Carta Geologica d'Italia scala 1: 50.000 (CARG) e della Carta Geologica scala 1:10.000 delle Province di Pisa e Livorno (sezioni Monteverdi, Canneto, Castagneto Carducci, Pomarance nord e sud, Montegemoli, Lustignano, Sasso Pisano, Sassa, Sassetta, ecc. (SANDRELLI F., AQUÉ R., CAPEZZUOLI E., 2000).

In seguito a tali studi la stratigrafia dei depositi Neogenici è stata rivista ed aggiornata, tanto che le Formazioni geologiche dei due rilevamenti corrispondono solo raramente, anche perché la terminologia moderna (CARG) prevede di associare ad ogni Formazione il nome della località-tipo di affioramento. Nella nuova carta geologica alcuni membri o litofacies sono stati elevati al rango di Formazione per cui, in definitiva, il numero attuale delle Formazioni è alquanto più numeroso delle precedenti.

*Quando esiste una corrispondenza anche parziale certa fra le vecchie e le nuove Formazioni geologiche, il relativo riferimento è riportato, fra parentesi, accanto al nome della Formazione (es. la Formazione del Torrente Raquese (**RAQ**) corrisponde in gran parte alle Argille a Pycnodonta Navicularis Auctt. – i Conglomerati poligenici (**SLT:c**) corrispondono ai Conglomerati di Monte Soldano, ecc.).*

Neogene – Depositi del MIOCENE SUPERIORE

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 Vetrice 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 (SLT:m)

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 (SLT:c) (= 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. L'intervallo superiore (**RAQr**) è rappresentato da argille grigie massicce in cui si rinvencono rari Pycnodonta Navicularis.

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 Vetrice (sotto Casa La Piana), tributario di sinistra del Torrente Sterza.

Età: Messiniano inferiore

Conglomerati di Villa Mirabella (CVM)

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.

Età: Messiniano inferiore.

Calcari di Castelnuovo (CCS)

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.

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.

L'ambiente di sedimentazione è continentale di tipo fluviale.

Affiorano nei pressi del fondo valle del T. Sterza, a sud di P. Dispensa.

L'età della Formazione è Messiniano superiore.

Neogene – Depositi Pliocenici

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 radiolari. 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 **LST:I**.

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 piacentiana 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 inferiore medio.

Calcere di Pomarance (SDA01)

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 (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. Massicci o 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.

Neogene – Depositi del QUATERNARIO

Sabbie di Donoratico (SDN)

Si tratta di sabbie di colore rosso arancio, massicce, 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. 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

Depositi recenti ed attuali

Alluvioni di fondovalle (all)

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.

Detriti colluviali o di frana (dt)

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.

Età: Olocene – Attuale.

4.4 – CENNI DI TETTONICA

In questa sede si delineano i principali aspetti geologico-strutturali del territorio di Monteverdi M.^{mo}, rinviando alla consultazione delle 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 di Tavola 1 ed in figura 4, tenendo presente l'ordine di sovrapposizione dei vari Complessi illustrati in figura 2.

In gran parte del territorio comunale di Monteverdi M.^{mo} affiorano le Formazioni del Flysch calcareo-marnoso-arenaceo **MTV** (località-tipo di affioramento di questa Formazione a livello regionale) e delle Argille a palombini **APA**.

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 neoautoctoni 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 Neoautoctono. Le Formazioni neogeniche, a causa di faglie secondarie ad andamento antiappenninico, affiorano in vari lembi frazionati non sempre in continuità fra di loro.

In Figura 4:

SCHEMA TETTONICO

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.

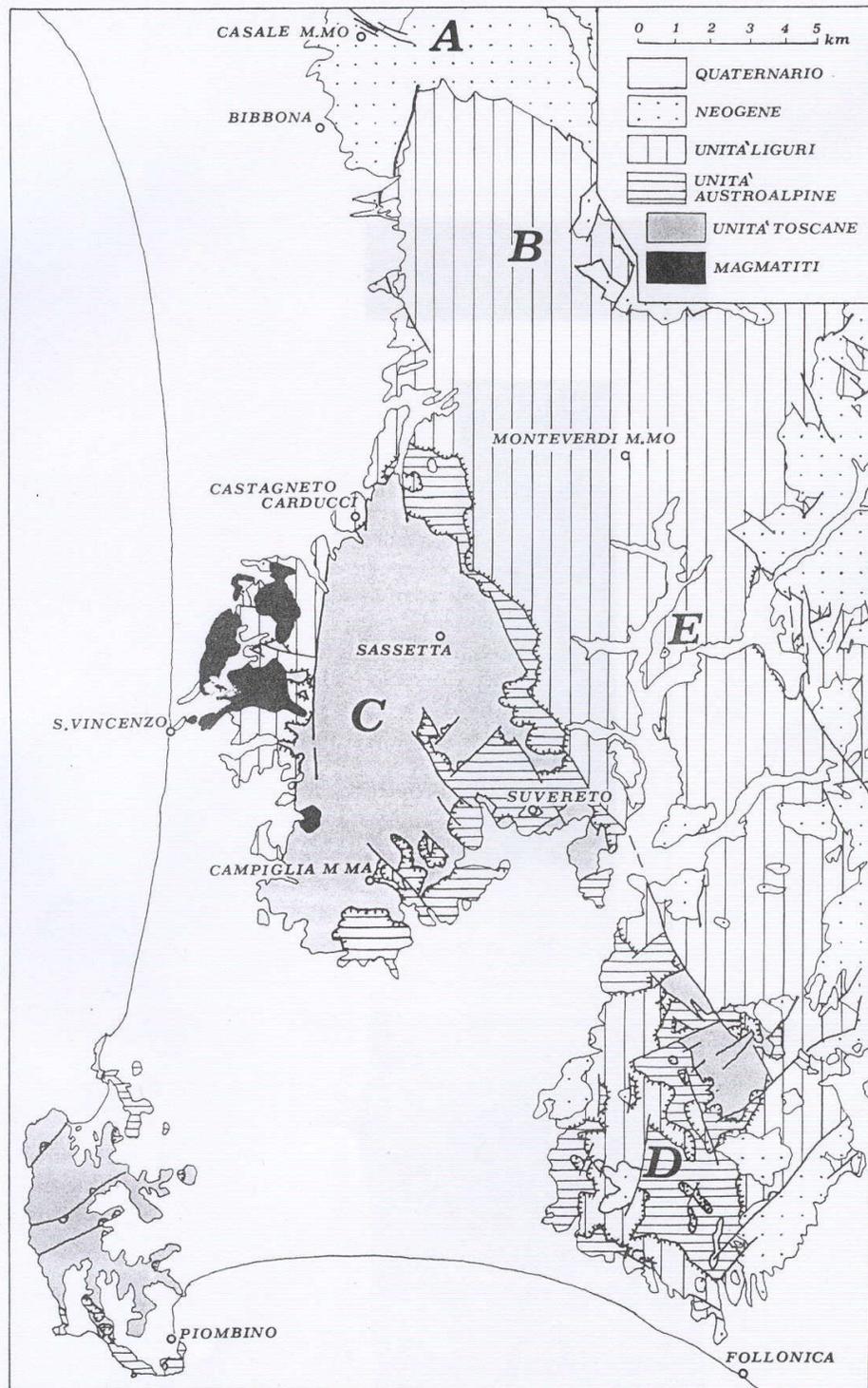


Figura 4: SCHEMA TETTONICO

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.

Nelle sezioni geologiche (**Tav. 1c**) – quando possibile - sono state ricostruite le strutture intraformazionali.

5 – GEOMORFOLOGIA

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; sono prive fenomeni di tipo gravitativo data la naturale morfologia pianeggiante che le contraddistingue.

5.1 – LA CARTA CLIVOMETRICA

I dati di partenza per la realizzazione della CARTA CLIVOMETRICA (**Tav.5 a-b**) sono rappresentati dai file vettoriali (.dwg e .dxf), facenti parte della Carta Tecnica Regionale realizzata

dalla Regione Toscana, che contengono elementi topografici puntuali, lineari e poligonali, nonché annotazioni di testo relativi all'intera area coperta dal comune di Monteverdi.

Dai .dxf sono stati estratti i *layer* relativi alle curve di livello ed ai punti quotati e successivamente convertiti in *shapefile* rispettivamente di tipo lineare e puntuale, inserendo manualmente l'informazione relativa alla quota dove si aveva valore nullo in tabella.

Con i suddetti *shapefile* è stato creato un modello che simula la superficie del terreno (TIN cioè *Triangular Irregular Network*), modello che viene realizzato collegando tramite una maglia continua di triangoli le entità puntuali dotate di informazioni di altezza; la precisione del modello dipende quindi dalla densità dei punti di controllo.

Successivamente si è passati alla realizzazione del *Grid* cioè il modello digitale del terreno costituito da un arrangiamento rettangolare di celle di uguali dimensioni, ciascuna delle quali recanti informazioni di altitudine. Poiché la precisione dell'elaborato è funzione inversa della grandezza delle celle è stata scelta una cella di lato pari ad un metro.

Dalla suddetta griglia si è derivata la carta clivometrica tramite la funzione *Derive SLOPE*, strumento in grado di calcolare a partire da valori di quota assegnati alle singole celle, l'inclinazione della superficie del modello del terreno in esame in ogni suo punto; il territorio viene così suddiviso in aree all'interno delle quali l'inclinazione è compresa entro determinati valori corrispondenti alle classi di pendenza stabilite. Nell'elaborazione delle classi è stato imposto di non considerare i poligoni di estensione inferiore o uguale a 1.000 mq., al fine di eliminare un numero esorbitante di minuscoli poligoni che avrebbero appesantito la carta, senza produrre alcun vantaggio, ma viceversa impedendo una chiara lettura del tematismo.

Le classi di pendenza sono state suddivise come illustrato in tabella 5:

TABELLA 5 – CLASSI DI ACCLIVITA'			
CLASSE	PERCENTUALE (%)	GRADI (°)	DESCRIZIONE CLIVITA'
1	0-5	0-3	Pianeggiante / sub-pianeggiante

2	5-10	3-6	Bassa
3	10-15	6-9	Medio - Bassa
4	15-25	9-14	Media
5	25-35	14-19	Medio-Alta
6	35-50	19-27	Alta
7	>50	>27	Altissima

In particolare, le classi di pendenza superiori al 35% sono concentrate in corrispondenza dei versanti a "reggipoggio" maggiormente stabili presenti nei principali rilievi settentrionali del Comune; le pendenze intermedie dal 15 al 35% sono tipiche dei versanti collinari e montuosi a maggior grado di instabilità ("franapoggio") spesso caratterizzati da coperture detritiche, mentre le pendenze inferiori al 10% riguardano i fondi valle, le fasce di crinale e le sommità piatte delle colline.

A livello locale l'incremento o la diminuzione di pendenza è legata alla tipologia del deposito affiorante ed al proprio angolo di attrito di riposo; per esempio nelle porzioni collinari argillose e/o argillitiche i pendii sono dolci e con forme alternate concave-convexe, nelle porzioni calcareo-marnose e/o incoerenti i tagli naturali di pendio sono più numerosi e le pendenze superiori; stesse considerazioni possono essere fatte per le litologie dei Complessi Alloctoni, infatti gli ammassi rocciosi ofiolitici possono essere esposti con angoli di riposo decisamente superiori anche con giaciture sfavorevoli alla stabilità (franapoggio) rispetto a quelle delle rocce flyschoidi.

5.2 – LA CARTA GEOMORFOLOGICA

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 (**Tav.2 a-b**) 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 degli elementi geomorfologici riportati nella Carta Geomorfologica di corredo all'attuale P.R.G. redatta dal Dott. G. Graziani e quella CARG fornita dalla Provincia di Pisa;
- Stesura in scala 1:5.000 della nuova Carta Geomorfologica (Tav.2) con ulteriore verifica su foto aerea dei caratteri individuati;
- Costruzione della legenda seguendo per quanto possibile le indicazioni fornite nel protocollo di intesa fra Autorità di Bacino dell'Arno ed Ordine dei Geologi della Toscana.
- Digitalizzazione con software *ArcGIS* della Carta Geomorfologica.

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

- Le forme di versante legate ai fenomeni gravitativi ed erosivi; sono stati individuati i seguenti elementi poligonali/areali e lineari:
 - a. Frana attiva (crollo, colamento, scivolamento, complessa) e relativa area di influenza;
 - b. Aree a franosità diffusa, potenzialmente instabili;
 - c. Frana inattiva (quiescente) e relativa area di influenza;
 - d. Aree detritiche interessate da deformazioni plastiche superficiali / soliflusso;
 - e. Frana stabilizzata (paleofrana o relitta);
 - f. Coltri detritiche stabilizzate di versante, colluviali;
 - g. Corona o nicchia di distacco di frana attiva;
 - h. Corona o nicchia di distacco di frana inattiva/paleofrana;
 - i. Orlo di scarpata attiva di erosione, versante, fluviale, antropica;
 - j. Orlo di scarpata non attiva di erosione, versante, fluviale, antropica.

- L'idrografia superficiale strettamente connessa ai processi fluviali e di dilavamento; sono stati individuati i seguenti elementi poligonali/areali, lineari e puntuali:
 - a. Sedimenti alluvionali di fondo valle;
 - b. Coltri e coperture detritiche interessate da dilavamento diffuso; fenomeni isolati di dilavamento diffuso;

- c. Ruscellamento concentrato ed alveo in approfondimento;
 - d. Ciglio / bordo di terrazzo fluviale;
 - e. Laghetto o invaso artificiale;
 - f. Corso d'acqua perenne;
 - g. Corso d'acqua stagionale;
 - h. Sorgente /emergenza idrica.
- Le forme antropiche che modificano e trasformano l'ambiente naturale; sono stati individuati i seguenti elementi poligonali/areali, lineari e puntuali:
- a. Coltri antropiche di riporto / discarica / riempimento;
 - b. Cassa di espansione / laminazione (A.S.I.P.);
 - c. Terrazzamento a gradoni;
 - d. Argine e/o diga in terra;
 - e. Cava o miniera abbandonata.
- Gli elementi tettonici; è stato individuato un elemento lineare:
- a. Lineazione tettonica.

5.2.1 – LE FORME DI VERSANTE

A questo raggruppamento appartengono le più importanti forme di instabilità, cioè i movimenti franosi (attivi, quiescenti, paleofrana), 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 stabilizzata (frane quiescenti, relitte o paleofrane), 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 e paleofrane) 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 sia da frane di scorrimento (scivolamento, rotazionale, scoscendimento) sia 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 sbloccamenti superficiali, favoriti dall'azione di dilavamento delle acque, dai notevoli spessori di bancate argillitiche ed 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, recentemente

riattivatasi per effetti antropici (dic. 2005), che ha reso inagibile la carreggiata della strada comunale delle Fontilame, parte del campo da calcio ed abitazioni di privati, alcune di recente costruzione;

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;
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 avanzato stadio evolutivo lungo la S.P. del Lodano;
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 paleofrane 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.

5.2.2 – 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, 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.

5.2.3 – 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: SiO₂) 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 Fosci, 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 scorporata dalla Tenuta di Monterufoli ed è oggi di proprietà della SAI Agricola S.p.A.. Tramontata la vocazione mineraria della zona, gli odierni proprietari hanno trasformato la Fattoria di Villetta in Azienda faunistico-venatoria, riportando così alle sue antiche tradizioni agricolo-forestali quel territorio.

Nei siti abbandonati delle cave di calcare, l'entità del degrado è notevole specialmente in quelle ubicate a sud del monte di Canneto, dove le pareti sub-verticali possono generare distacchi e crolli di blocchi di roccia.

INVASI ARTIFICIALI (laghetti o pelaghi)

Nelle tenute e presso le aziende agricole sono presenti invasi artificiali di varia estensione e volumetria con sbarramenti in terra a chiusura di valli secondarie e vallecole 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, discarica, 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. Unica eccezione resta 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 o 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.

INFRASTRUTTURE

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.

6. – I DATI DI BASE

Sono riportati nella CARTA dei DATI di BASE (**Tav.3**) i riferimenti relativi agli interventi realizzati sul territorio comunale di Monteverdi M.mo ed acquisiti presso la Provincia di Pisa, l'Ufficio Tecnico comunale, gli uffici tecnici di A.S.A. Spa di Livorno ed ENEL.

Dall'ufficio di Difesa del Suolo provinciale sono stati acquisite le ubicazioni di sorgenti e pozzi ad uso domestico, igienico ed assimilati, potabile, irriguo ed industriale, presenti sul territorio di cui si ha notizia e documentazione certa perché regolarmente denunciati presso il demanio idrico. Dall'Azienda Servizi Ambientali di Livorno sono state fornite le ubicazioni esatte di tutti i pozzi dell'acquedotto e le stratigrafie tipo di alcuni di essi.

Dagli uffici Comunali di Urbanistica, Edilizia Pubblica e Privata e Ambiente con una lunga ricerca sugli atti conservati in archivio sono stati reperiti i dati geologici e geologico-tecnici dei progetti portati a termine ed autorizzati o concessionati sul territorio del Comune (a partire dal 1990), e quelli significativi per valenza territoriale, predisposti dal Comune di Monteverdi M.mo cioè le indagini di fattibilità geologica per Varianti e Piani Attuativi.

Questa fase di ricerca ha portato all'individuazione di oltre 80 dati puntuali, inseriti a seconda della tipologia sulla Carta dei Dati di Base (Tav.3) creando parallelamente un data-base informatizzato con indicati l'ubicazione esatta (Via, località etc.), l'anno di effettuazione delle indagini, la ditta esecutrice, il professionista ed il Committente. Si tratta di un'ampia documentazione composta da stratigrafie e diagrammi ottenuti con sondaggi a carotaggio continuo, con saggi geognostici, con prove penetrometriche statiche e dinamiche, con trivellazioni

per ricerche idriche e con stendimenti geoelettrici e geofisici.

Il discreto numero di informazioni, seppur non distribuite in maniera omogenea in tutto il territorio, date le sue peculiari caratteristiche morfologiche e vegetazionali, ha permesso valutazioni sull'andamento stratigrafico e delle proprietà geotecniche del primo sottosuolo di ampie aree del territorio comunale. Esse rappresentano un patrimonio di conoscenze importanti, anche se non esaustive, per la pianificazione urbanistica.

I dati di base sono raccolti in apposito fascicolo allegato alla presente. Da questi si deduce come le zone più ricche di notizie siano i centri urbani e le immediate vicinanze. Ampia documentazione è presente nella fascia da Pod. Collaruzzi, San Luciano, Pod. Granaiolo, a seguito degli studi di fattibilità effettuati da Enel nel periodo precedente l'insediamento delle centrali geotermiche.

Negli ultimi anni a seguito delle ricerche effettuate per il potenziamento dell'acquedotto, sono stati perforati diversi pozzi fino alle profondità di 200 m, permettendo una approfondita conoscenza della stratigrafia del flysch di Monteverdi M.mo.

Dei pozzi geotermici perforati da Enel non ci è stata fornita copia delle stratigrafie, ma sulla base dei dati osservati in altre zone, ci risulta che il dettaglio della scala rende questi scarsamente utilizzabili ai fini geotecnici.

Il reperimento dei dati presso gli uffici pubblici è stato interrotto alla data del dicembre 2004 e ripresa nel febbraio 2008; l'acquisizione di elementi significativi per la carta è comunque continuata con i lavori eseguiti personalmente e con le gentili concessioni di colleghi e tecnici, con particolare riferimento al problema legato al rischio idraulico.

Così come strutturata, utilizzando software GIS, la Carta dei Dati di Base costituirà una importante banca dati (prove di riferimento e correlazione) e potrà essere continuamente aggiornata da parte degli Uffici tecnici dell'Amministrazione Comunale.

6.1 – 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.

In Figura 5:

UBICAZIONE DEI SONDAGGI PROFONDI STUDIATI

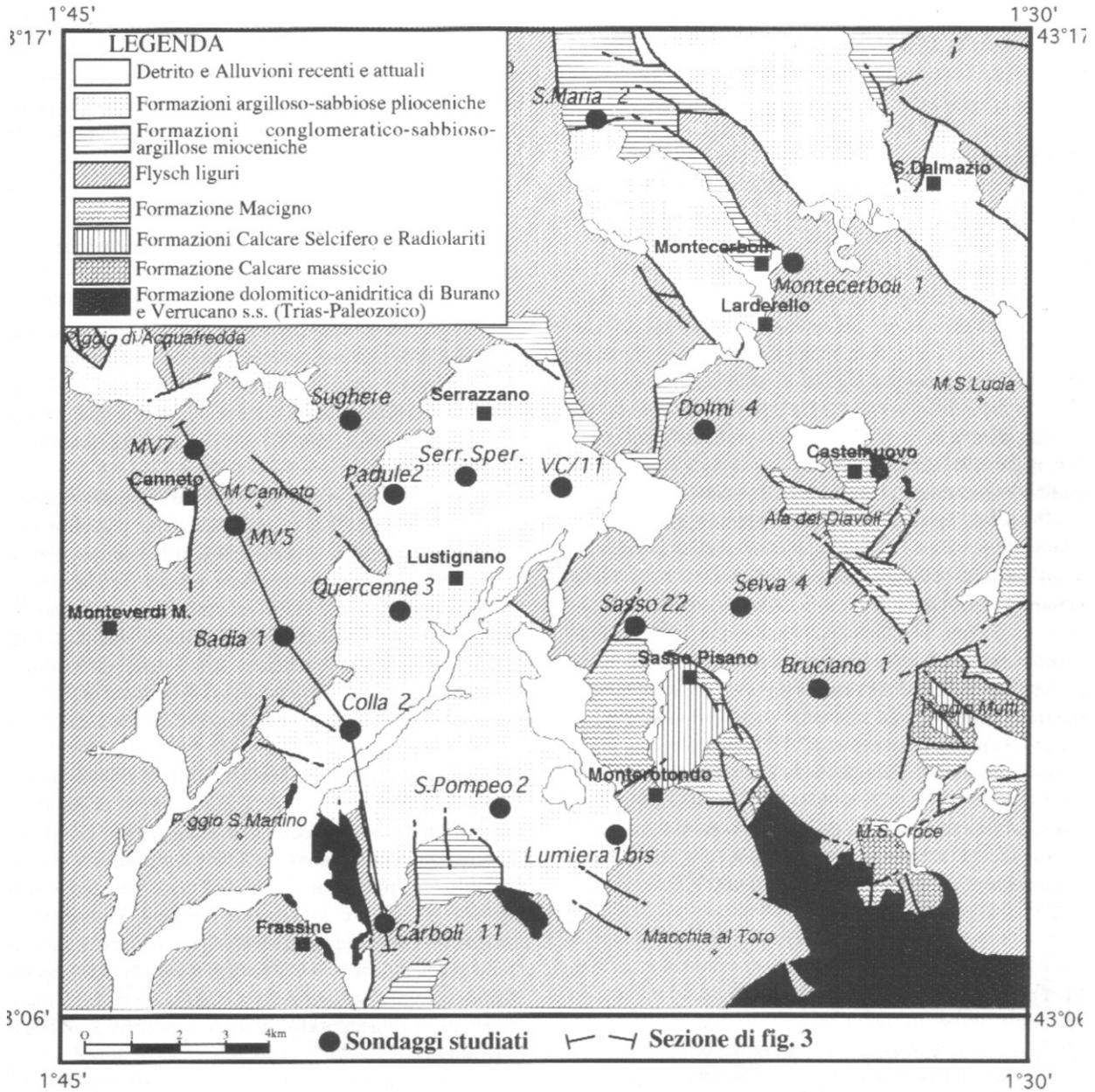


Figura 5: UBICAZIONE SONDAGGI E TRACCIA SEZIONE RIPORTATA IN FIG.6.

In Figura 6:

SEZIONE LITO-STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA NNO-SSE, da notare il sollevamento delle Unità sovrastanti il plutone.

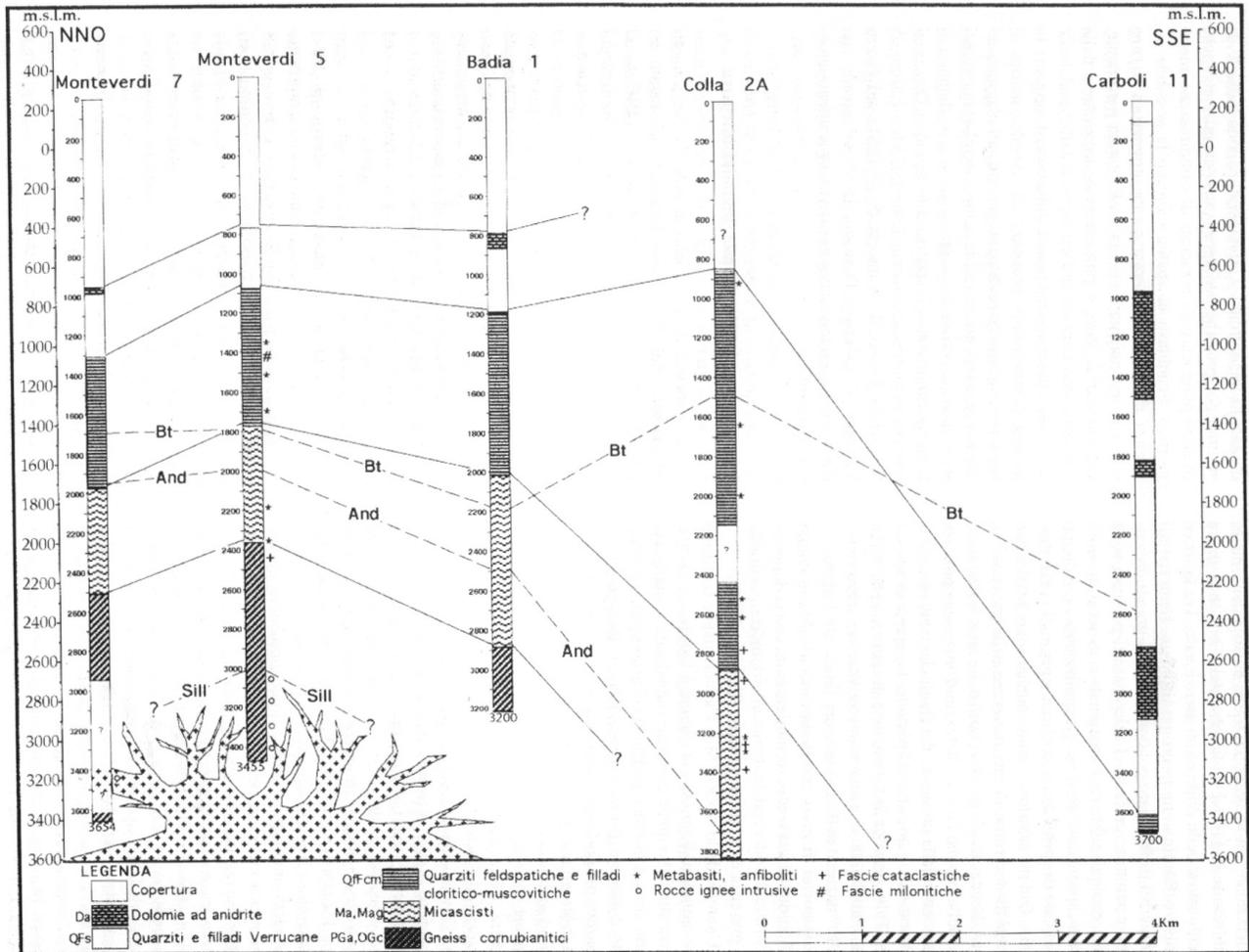


Fig.3 - Sezione riassuntiva NNO-SSE. L'andamento delle paleoisoterme rappresentate dalle isograde di biotite, andalusite e sillimanite definiscono un andamento cupoliforme dell'aureola termometamorfica di uno stock intrusivo evidenziato da un intreccio di filoni aplitici, microgranitici e micropegmatitici.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

Figura 6: SEZIONE LITO-STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA NNO-SSE (AREA GEOTERMICA DI MONTEVERDI-CANNETO).

7 – CARATTERISTICHE LITOLOGICO-TECNICHE

In base alle caratteristiche litologiche (litoide, coesivo, incoerente), fisico-meccaniche

(fratturazione, stratificazione, alterazione, coesione, angolo di attrito, etc.) e di propagazione delle onde sismiche (onde trasversali SH), le rocce sono organizzate in unità litotecniche, raggruppate a loro volta in classi tenendo conto della Carta Geologica di base (Tav.1).

7.1 – LA CARTA LITOTECNICA

La CARTA LITOTECNICA (**Tav.4 a-b**) si articola nelle seguenti sei classi, suddivise in unità litotecniche:

Classe 1 - Rocce coerenti (Formazioni litoidi a diverso grado di fratturazione ed indicativamente con valori di $V_s \geq 800$ m/sec).

- **1 a** – COMPATTE / STRATIFICATE ad alta resistenza.
- **1 b** – ORGANOGENE / STRATIFICATE / ALTERATE a media resistenza.
- **1 c** – ALTERNANZA DI LITOTIPI DIVERSI a medio-bassa resistenza con prevalenti litotipi litoidi alternati a livelli argillitici, siltitici.
- **1 d** - ALTERNANZA DI LITOTIPI DIVERSI a bassa resistenza con livelli litoidi a prevalenti strati o banchi argillitici talora caotici.

Classe 2 - Rocce semicoerenti (Formazioni a grana da fine a grossa spesse decine di metri con miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità, indicativamente con $V_s \geq 400$ m/sec.

- **2 a** – CONGLOMERATICHE / BRECCIATE a medio-alta resistenza.
- **2 b** – CONGLOMERATICHE / BRECCIATE scarsamente cementate a medio-bassa resistenza.
- **2 c** – LITOTIPI STRATIFICATI a bassa resistenza con alternanza di argille a livelli marnosi e/o arenacei, gessosi.

Classe 3 – Terreni pseudocoerenti o coesivi (Formazioni potenzialmente soggette a fenomeni di instabilità dinamica indicativamente con valori di $V_s < 300$ m/sec.

- **3 a** – ARGILLOSI a medio-alta consistenza

Classe 4 – Terreni da pseudocoerenti ad incoerenti (Formazioni potenzialmente soggette a fenomeni di amplificazione sismica per contrasto di rigidità con il substrato sottostante, indicativamente con $V_s < 360$ m/sec.

- **4 a** – LIMO-SABBIOSI-GHIAIOSI a medio-alta consistenza e/o mediamente addensati.
- **4 b** – DETRITI COLLUVIALI O DI FRANA in matrice prevalentemente coesiva a medio-

bassa consistenza o grado di addensamento variabile.

Classe 5 – Terreni da incoerenti a debolmente cementati (Formazioni non soggette a fenomeni di liquefazione con valori di Vs generalmente compresi tra 180 e 360 m/sec.

- **5 a** – SABBIOSI da mediamente addensati ad addensati.
- **5 b** – PREVALENTEMENTE SABBIOSI CON BANCATE ARENACEE E/O CALCARENITICHE da poco addensati a compatti.

Classe 6 – Terreni misti

- **6** – MATERIALI DI RIPORTO / DISCARICA / RIEMPIMENTO eterogenei

In ogni classe e singola unità litotecnica le formazioni appartenenti sono state ordinate secondo il grado decrescente di resistenza.

Nella **Classe 1** sono state inserite le seguenti formazioni:

1a - Basalti (B), Gabbri e brecce di gabbro (G), Macigno (MAC).

1b - Calcari di Pomarance (SDA01), Calcari di Castelnuovo (CCS), Diaspri di Monte Alpi (DSA), Serpentiniti (E).

1c – Calcari a Calpionelle (CCL), Formazione di Montaione (MIO), Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi M.mo (MTV).

1d – Marne e Calcari (CAA:c), Arenarie calcarifere e calcari marnosi (CAA:r), Argilliti di Poggio Rocchino (RCH), Argilliti e calcari silicei a *Palombini* e membro pelitico-arenaceo (APA – APA01).

Le rocce raggruppate in questa classe hanno caratteristiche litotecniche litoidi assai eterogenee.

I Diaspri ed il gruppo delle ofioliti, serpentinita, gabbri e brecce di gabbro, consiste in rocce litoidi prevalentemente massive, la cui compagine d'insieme può variare in relazione al grado fratturazione, generalmente notevole, serpentizzazione e di degradazione superficiale.

I Calcari di Castelnuovo e Pomarance hanno costituzione in netta prevalenza lapidea in banchi massivi e talora in strati più o meno fratturati e friabili.

I vari Flysch sono caratterizzati da sequenze di litotipi lapidei (arenacei, calcareo-marnosi e marnosi), in banchi o strati più o meno fratturati e litotipi siltosi e argillitici. La scarsa compattezza d'insieme di queste rocce deriva sia dall'essere costituite da associazioni di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse, sia dal grado di fratturazione e dall'elevata fissilità prodotti dall'intensa tettonizzazione subita.

Nella **Classe 2** sono state inserite le seguenti formazioni:

2a – Conglomerati di Lago Boracifero (CLB), Formazione di Lustignano (LST), Conglomerati di Montebamboli (BAM), Conglomerati di Villa Mirabella (CVM), Breccie a prevalenti clasti ofiolitici (CAA:b), Breccie ad ofioliti, calcari e diaspri (MIObr).

2b – Conglomerato di Gambassi (GAM), Conglomerati poligenici clasto sostenuti medi (SLT:c).

2c – Formazione del Torrente Raquese (RAQ), Marne a *Bythinia* (SLT:m).

Questa classe include sia i litotipi, talora stratificati, a netta dominante conglomeratica in matrice prevalentemente sabbiosa a vario grado di cementazione, sia le marne e marne argillose, costituite da un'alternanza di banchi marnosi, marnoso-argillosi, argillosi, talora con intercalazioni di gessi.

Nella **Classe 3** sono state inserite le seguenti formazioni:

3a – Argille Azzurre (FAA), Areniti e sabbie violacee (RAQ:r), Sabbie e sabbie argillose (LST:I).

Le caratteristiche geo-meccaniche delle formazioni delle argille azzurre variano con il loro contenuto in acqua; hanno consistenza plastica medio-alta; durante intense piogge possono diventare più molli e dar luogo a fenomeni di dissesto superficiale (colamenti, soliflussi); nei periodi asciutti tendono ad essiccarsi divenendo compatte e stabili. Localmente possono essere intercalate da sottili livelli limo sabbiosi fini.

Nella **Classe 4** sono state inserite le seguenti formazioni:

4a – Depositi alluvionali di fondo valle (all), Alluvioni terrazzate (at).

4b – Detriti colluviali o di frana (dt).

Il gruppo dei depositi alluvionali è formato da litotipi che, in generale, presentano caratteristiche geomeccaniche piuttosto variabili a seconda del luogo di affioramento; in generale prevalgono le granulometrie medio-grossolane (sabbie-ghiaiose) con matrici prevalenti limo-argillose.

Gli accumuli detritici, di frana e di paleofrana derivano da litotipi con caratteristiche alquanto eterogenee. Per la loro composizione litologica si deve fare riferimento a quella dell'unità litotecnica da cui sono stati originati; in generale hanno una matrice di tipo coesivo.

Nella **Classe 5** sono state inserite le seguenti formazioni:

5a – Sabbie di Donoratico (SDN).

5b – Sabbie di San Vivaldo (SVV), Calcareniti di San Mariano (CMA).

Le Sabbie di “Donoratico” sono costituite in prevalenza da sabbie fini limose mediamente compatte.

Le restanti (SVV e CMA) sono costituite da sabbie e sabbie argillose fossilifere più o meno fini, da poco addensate fino a compatte con consistenza litoide nei livelli (lenti o bancate) cementati calcarenitici.

Nella **Classe 6** sono inseriti i terreni antropici (riporto, discarica, riempimento) di varia natura, eterogenei e con caratteristiche e grado di compattezza variabile da luogo a luogo.

Estensioni vaste di materiale eterogeneo di riporto si riscontra solo in loc. Poggettone (ex sito di discarica).

7.2 – PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI

Dati geologico tecnici in nostro possesso, reperiti per la costruzione della Carta dei Dati di

Base, hanno permesso di realizzare una tabella riassuntiva dei "range" di variazione dei principali parametri geotecnici delle formazioni affioranti e più ricorrenti.

Tabella 6 -Parametri geotecnici							
Formazione	Litologia prevalente	Rp Kg/cmq	γ t/mc	ϕ (°)	Cu Kg/cmq	Mv cmq/t	σ kg/cmq
all-at	Argille limose e limo sabbioso	20-40	1.95	-	0,8-1,2	10-15	-
all-at	Ghiaietto e Sabbie ghiaiose talora in matrice limo-argillosa	>50	1.90-2.10	32-38	-	2-4	-
FAA	Argilla e argilla limosa	15-40	1,90-1,95	-	0,7-1,5	10-20	-
GAM – BAM - CVM	Conglomerati e sabbie con ciottoli	>50 -rifiuto	1,95-2,15	30-40	-	1-5	-
CCS- SDA01 - CMA	Calcare organogeno - Calcarenite	rifiuto	2,10-2,20	>35	-	-	300-1500
G - E	Gabbri e Serpentine	rifiuto	2,60-3,10	>40	-	-	1400-2500
APA – MTV – MIO - CCL	Bancate calcareo-marnose, arenacee e calcareo-silicee	rifiuto	2,30-2,50	>45	-	-	300-1500
APA-RCH-MTV	Livelli argillitici	rifiuto	2,00-2,30	25-30	-	-	10-1000
CAA	Livelli argillo scistosi - argillitici - marnosi	rifiuto	2,00-2,30	25-30	-	-	10-1000
DSA	Livelli silicei	rifiuto	2,30-2,50	>40	-	-	100-1000

Legenda: Rp= Resistenza alla punta con prova CPT, γ = Peso di volume, ϕ = Angolo di attrito interno, Cu= Coesione non drenata, mv= Coeff. di compressibilità volumetrica, σ = Resistenza a compressione.

7.3 – 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 § 4.4, 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.7). 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.8), 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.

In Figura 7 e 8:

**TERREMOTI STORICI DELLE COLLINE METALLIFERE - ALTA VAL DI CECINA –
VAL DI CORNIA**

(Tabelle da COCCIA F., 1982)

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 7: EVENTI ANTERIORI AL 1930

B) <i>Eventi dal 1930 al 1980</i>							
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 8: 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.

Richiamo sulle scale usate per misurare il grado di un terremoto.

La scala oggi universalmente riconosciuta, soprattutto negli ambienti scientifici, è la scala **Richter** che misura l'**intensità** (o **magnitudo**) di un terremoto e in definitiva l'energia liberatasi all'ipocentro durante l'evento sismico.

Tradizionalmente veniva usata la scala **Mercalli** che misura l'**entità** di un terremoto, ossia i danni che provoca.

La scala RICHTER (dal nome del sismologo francese Charles Francis Richter) è una scala logaritmica espressa in 9 gradi di magnitudo (1935).

La scala MERCALLI, introdotta nel 1897 dal sismologo italiano Giuseppe Mercalli e perfezionata da Sieberg nel 1912, dopo l'introduzione in edilizia del cemento armato, è suddivisa in dodici gradi e valuta l'intensità della scossa facendo riferimento ai danni provocati dal sisma.

Il punto debole della scala Mercalli è che essa dipende dalle caratteristiche del luogo colpito dalla scossa sismica e dalla natura delle strutture e dei materiali con cui sono costruiti gli edifici e non dall'energia liberata durante un terremoto. La seguente tabella serve per la correlazione indicativa e di massima fra le due scale, la Mercalli e la Richter.

Tabella 7 - CORRELAZIONE SCALE MERCALLI - RICHTER		
EFFETTI E DANNI CAUSATI DAL TERREMOTO	SCALA MERCALLI	SCALA RICHTER
Non avvertibile se non con gli strumenti	I	1,5
Percezione crescente, reazioni di paura, caduta di oggetti, senza danni	II	2,5
	III	3
	IV	3,5
	V	4,5
Danni lievi	VI	5
	VII	5,5
Crolli e distruzione di una percentuale crescente di edifici	VIII	6
	IX	7
	X	7,5
	XI	8
Distruzione totale (storicamente mai raggiunto)	XII	8,5-9

In Figura 9:

**TOSCANA: EPICENTRI DEI PRINCIPALI TERREMOTI DALL'ANNO 1000 AL 1995
CON I > VI – VII GRADO DELLA SCALA MERCALLI (MCS)**

DAL SITO UFFICIALE DELLA REGIONE TOSCANA – SERVIZIO SISMICO REGIONALE (integrata)

In colore rosso il Comune di Monteverdi M.^{mo}

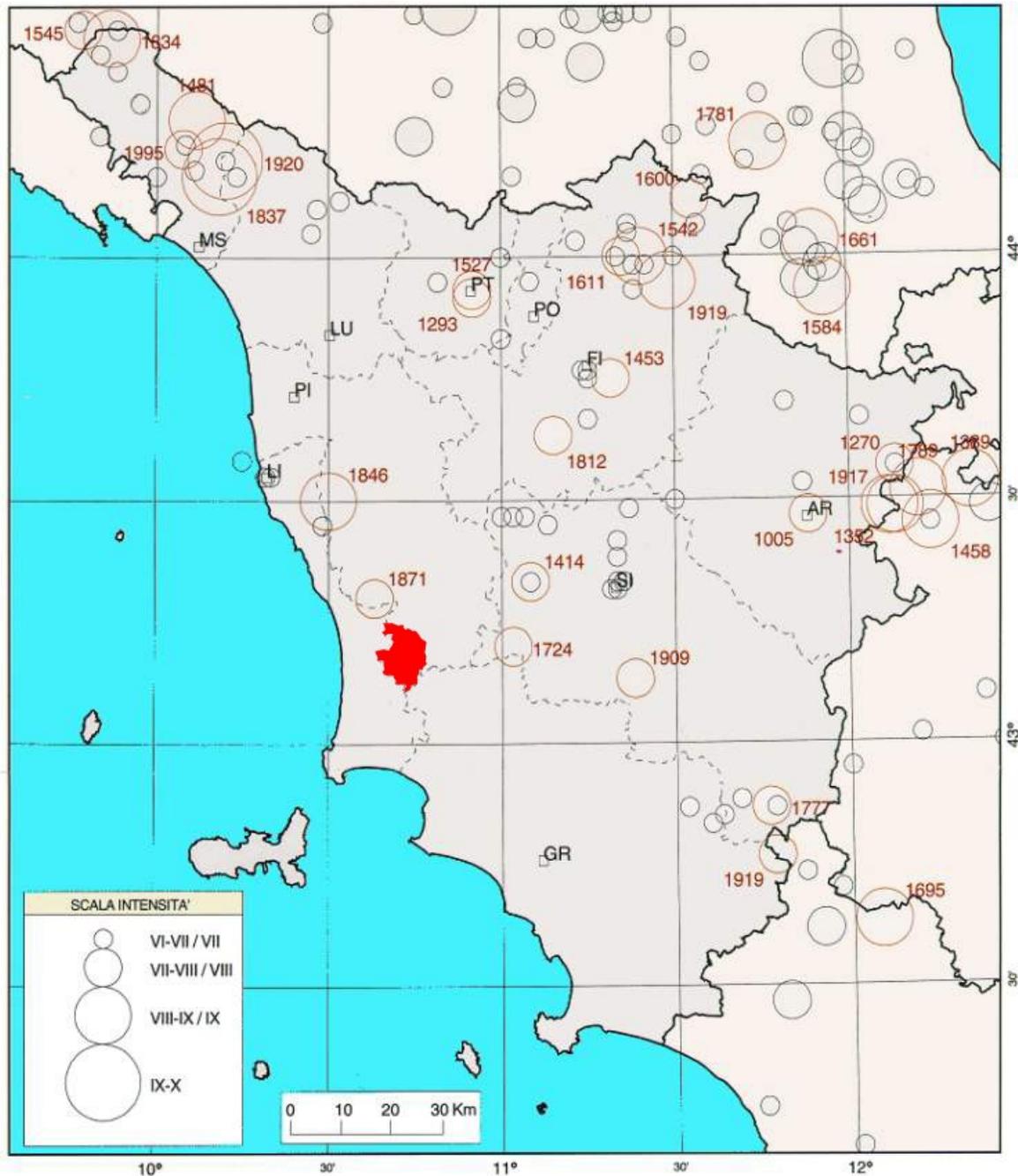


Figura 9: EPICENTRI DEI PRINCIPALI TERREMOTI DAL 1000 AL 1995

La **Tavola 4** (Carta Litotecnica) è stata redatta sulla base delle direttive della Del. C.R. n. 26/R, la quale a sua volta recepisce la classificazione dei comuni sismici conseguente all' Ord.za P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003 e per la Regione Toscana alla Del. GRT 431 del 19/06/2006

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 normativa sismica (Ord.za P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003) ora in vigore prevede la divisione del territorio regionale in 4 zone sismiche, in base ai valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g/g):

- ❖ zona 1: accelerazione orizzontale $> 0,25$
- ❖ zona 2: accelerazione orizzontale $0,15 - 0,25$
- ❖ zona 3: accelerazione orizzontale $0,05 - 0,15$
- ❖ zona 4: accelerazione orizzontale $< 0,05$

A valori di accelerazione maggiori è associata una maggiore sismicità dell'area; in particolare, in base alla zonizzazione sismica di un territorio sono definite, com'è noto, specifiche norme progettuali e costruttive da applicare.

In base alla nuova classificazione i 5 Comuni della Comunità Montana Alta Val di Cecina, fra i quali Monteverdi, sono classificati in **zona 3**.

Nello studio per il Piano strutturale di Monteverdi le indicazioni sulle **Zone a Maggiore Pericolosità Sismica Locale (ZMPSL)** dei centri abitati sono comprese nella **Tavola 11**, la quale è stata elaborata nel rispetto della normativa regionale e della più recente legislazione nazionale, che ha classificato Monteverdi in **zona sismica 3 ($a_g = 0.15$)**. In particolare, su base litologica e geomorfologica, è stata operata una distinzione fra le formazioni che possono avere in caso di evento tellurico effetti di amplificazione per contrasto di rigidità (detriti colluviali o di frana, depositi alluvionali) o per vicinanza con lineazioni tettoniche (faglie, sovrascorrimenti, etc.). In legenda è stata inoltre riportata in maniera molto indicativa per ogni classe litologica, la velocità di attraversamento delle onde trasversale (SH) utili per avere un'idea preliminare sul tipo di "Suolo di Fondazione" come previsto dalla recente Ord.za P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003.

Si ricorda comunque che per ottenere una esatta ed attenta valutazione delle Vs30 sarà comunque necessario, per gran parte dei casi, ricorrere ad indagini geofisiche in situ (sismica a rifrazione, down hole, etc.) a livello di singolo intervento.

8 – IDROGEOLOGIA

8.1 – IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

Come già scritto nel § 3.1 il territorio comunale di Monteverdi si sviluppa in area collinare sub-montana, “a cavallo” fra la valle 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 del Bacino Regionale “Toscana Costa”, mentre gran parte è inserito nelle aree sottoposte a tutela del Vincolo Idrogeologico.

La linea spartiacque fra le 2 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. Balconai, 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).

Nella Carta Geomorfologica (Tav.2) la rete idrografica è stata suddivisa in corsi d’acqua permanenti o perenni e stagionali o temporanei. 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 termopluviometrico; infatti, soprattutto in concomitanza con la stagione secca, si presentano per lungo tempo completamente asciutti.

Da sottolineare, come negli ultimi anni in corrispondenza dei due principali centri abitati, Monteverdi e Canneto, in concomitanza di eventi meteorici ordinari, la rete di smaltimento delle acque bianche (piovane) costituita in prevalenza dalle naturali linee di impluvio, entri in crisi

generando locali situazioni di disagio alla popolazione residente.

A Monteverdi le cause principali, non sono tanto da ricercarsi nella inadeguata sezione d'alveo degli impluvi che convogliano le acque verso il Botro Marisaglia (affluente del T. Balconiaio e poi del T. Massera), quanto nei tombamenti in corrispondenza della viabilità, nella notevole quantità di trasporto solido, nella mancata manutenzione degli alvei da parte dei fondisti, ma soprattutto nel notevole incremento urbanistico avuto dal paese negli ultimi 10 anni.

A Canneto le problematiche sono le stesse, con notevoli disagi che si verificano soprattutto nella zona nuova, ad ovest rispetto alla ex s.s.329, per l'inadeguatezza della sezione dei tratti fognari tombati che attraversano la viabilità principale per poi dirigersi verso il Botro Rinotri. Da ricordare gli eventi di alluvionamento di alcune abitazioni, appena al di sotto della strada provinciale, nel 2000-2001.

La recente Deliberazione della Regione Toscana n 72 del 2007 (P.I.T.), viste le approvazioni dei PAI, ha ridotto le salvaguardie idrauliche rispetto alla D.C.R n 12 del 2000. Alla Deliberazione è comunque allegato un elenco di corsi d'acqua per i quali non sono più previsti degli Ambiti di rispetto (indicati con **A1**, **A2** e **B**) ma per i quali resta solamente la fascia di rispetto assoluto pari a 10 metri (ex A1) all'interno della quale occorre applicare le salvaguardie. Nella tabella seguente sono elencati i corsi d'acqua del territorio comunale con il relativo codice regionale e gli ex-ambiti.

Tabella 8		
P.I.T.: Elenco Corsi d'acqua del Comune di Monteverdi M.mo con Ambiti di rispetto		
Corso d'acqua	Codice	Ex-Ambiti D.C.R n 12 / 00
Torrente Balconiaio o Cornazzaro	PI2465	AB
Botro Calcinaia o Marisaglia	PI265	A
Fiume Cornia	PI717	AB
Botro del Guardigiano	PI1286	AB
Botro La Vetrice e di Boccanera	PI304	A
Torrente Mässera	PI2699	AB
Torrente Massarella	PI2700	AB
Torrente Ritasso	PI2804	AB
Botro Rivivo	PI441	A
Botro del Rivivo	PI442	A
Torrente Sterza	PI2871	AB
Torrente Sterzòla	PI2873	A
Torrente Lodano o Venante	PI501	AB

L'ex Ambito **A1** è definito di assoluta protezione del corso d'acqua. Esso coincide con l'alveo, la golena 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.

Il limite dell' ex Ambito **A1** è stato indicato cartograficamente, anche se di difficile

rappresentazione alla scala della restituzione cartografica (10 metri corrispondono ad 1 mm).

8.2 – CARTA IDROGEOLOGICA o DELLA PERMEABILITA'

Nella Carta Idrogeologica (**Tav. 6**) le Formazioni sono state divise e raggruppate in base al tipo di permeabilità, distinguendo una permeabilità per porosità (**primaria**), una permeabilità per fessurazione (**secondaria**) e una permeabilità sia per porosità che per fessurazione (**mista**). Ogni Formazione è stata assegnata ad una delle **classi** di permeabilità secondo la seguente tabella:

Tabella 9 - Permeabilità delle Formazioni geologiche	
CLASSE	LITOTIPO
1 – Permeabili per porosità	all, at
2 – Limitatamente permeabili per porosità	SVV, SDN, dt
3 – Permeabili per fessurazione e/o limitati fenomeni carsici	CCL
4 – Limitatamente Permeabili per fessurazione	MAC, MTV, E, G, B, DSA, CMA, CCS, SDA01, MIO, MIObr, CAAC, CAAr
5 – Impermeabili o localmente permeabili per porosità residua o per fessurazione	SLT:c, CVM, BAM, GAM, CLB, LST, LST:l, CAAb, RAQ:r, RCH, APA
6 – Impermeabili	RAQ, SLT:m, FAA

Classe 1 – Permeabili per porosità: la classe è caratterizzata da sabbie, sabbie limose e ghiaie sciolte di origine alluvionale. Tali terreni sono presenti nelle pianure di fondovalle e, in collina, dove restano lembi residui di antichi terrazzi alluvionali.

Classe 2 – Limitatamente permeabili per porosità: appartengono a questa classe le coltri detritiche colluviali o di frana (dt), generalmente in matrice limo-argillosa, e litotipi che hanno in parte perduto la porosità originaria in fase di diagenesi, o per addensamento dei granuli fini o per parziale cementazione dei clasti, come le Sabbie di San Vivaldo (SVV) o le Sabbie di Donoratico

(SDN).

Classe 3 – Permeabilità per fessurazione e limitati fenomeni carsici: Formazione di buona permeabilità secondaria sono i Calcari a *Calpionella* (CCL), questi affiorano esclusivamente sul Monte di Canneto, e risultano essere la sede di acquiferi utilizzati sia a scopo industriale (uso saltuario del laghetto di San Luciano da parte di Enel) che a scopo potabile con i pozzi presenti a San Luciano e nella zona della ex cava CIS.

Classe 4 – Limitatamente permeabili per fessurazione: Macigno (MAC), Formazioni ofiolitiche (Serpentiniti - S, Gabbri e relative breccie - G, Basalti - B), Diaspri (DSA), Flysch di Monteverdi (MTV), Calcareniti di San Mariano (CMA), Calcari di Castelnuovo (CCS), Calcari di Pomarance (SDA01), Formazione di Montaione (MIO), calcari e diaspri (MIObr), le marne calcaree e le arenarie calcarifere al tetto dell'Unità di Lanciaia (CAA:c e CAA:r).

Possono ospitare acquiferi di una certa importanza dando luogo a sorgenti utilizzate anche per usi potabili (es. sorgente Miniera, la sorgente Mazzagaglia, la sorgente Docci e Nuova Sorgente, tutte in prossimità di Canneto ed ospitate nei Basalti), oppure nel Flysch di Monteverdi M.mo come la sorgente di Fonte di Fondo, ed altre di minore interesse.

Classe 5 – Impermeabili o localmente permeabili per fessurazione: rientrano in questa classe le Formazioni flyschoidi ad elevata componente argillitica e le Formazioni di conglomerati e sabbie che - in fase di diagenesi - hanno perduto completamente l'originaria permeabilità primaria per cementazione dei clasti e che presentano scarsa o nulla fratturazione. La permeabilità è solo locale. Appartengono a questa classe: Argilliti di Poggio Rocchino (RCH), Argille a Palombini (APA – APA01), Conglomerati poligenici (SLT:c), Conglomerati di Villa Mirabella (CVM), Conglomerati di Montebamboli (BAM), Conglomerati di Gambassi (GAM), Conglomerati del Lago Boracifero (CLB), Formazione di Lustignano (LST), Breccie ofiolitifere (CAA:b), Breccie ofiolitifere, Areniti e sabbie (RAQ:r).

Classe 6 - Impermeabili: sedimenti a prevalente composizione argillosa compatta, caratterizzati da permeabilità quasi nulla. Le formazioni rappresentate sono: Formazione del Torrente Raquese (RAQ), Marne a Bythinia SLT:m) e le Argille azzurre (FAA).

Nella Carta Idrogeologica sono inoltre stati riportati: tutti i pozzi per usi potabili e le relative

aree di ricarica idrogeologica degli acquiferi, i pozzi denunciati e/o concessionari presso il demanio idrico provinciale (uso domestico, irriguo etc.) ed i punti di risorgiva; non è stato invece possibile ricostruire l'andamento delle isofreatiche, neppure nei fondi valle alluvionali, per l'eccessiva larghezza della maglia formata dai pochi pozzi esistenti.

8.3 – 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 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 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 della argille a palombini (APA e APA01), delle Marne e Calcari (CAA:c), delle brecce a prevalenti clasti ofiolitici (CAA:b) 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 (SDA01).

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 Massesa in prossimità della confluenza con il Lodano. Entrambi i pozzi sono risultati produttivi.

8.4 – LA RISORSA IDRICA NEL COMUNE

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 dell'attuale sviluppo urbanistico si trova a dover affrontare un deficit estivo nella fornitura di acqua potabile. Come descritto l'approvvigionamento potabile deriva da una serie di pozzi e sorgenti; durante il deficit viene incrementato con cisterne. L'acqua captata viene convogliata nella rete di distribuzione e nelle vasche di stoccaggio della frazione di Canneto e spinte verso il capoluogo.

La tabella sottostante, fornita da A.S.A. Spa, 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.

Tabella 10 - 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:

Tabella 11 - 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	

La zona recentemente indagata è stata l'area del Ritasso – Malentrata - Le Celle. Recenti studi geofisici hanno permesso di individuare una struttura sinclinalica all'interno delle ofioliti. Sono stati quindi realizzati n.2 pozzi di captazione 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. Per i pozzi da realizzare si ipotizza una produttività di circa 1,0-1,5 l/sec che andrebbero a coprire le emergenze estive per entrambi i centri abitati del Comune.

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.

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

Tabella 12 - 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	Calcari 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

8.5 – LA CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

La realizzazione della Carta della Vulnerabilità Idrogeologica (**Tav. 7**) si è avvalsa di una procedura automatica. In primo luogo le formazioni individuate nella carta geologica sono state suddivise in distinti raggruppamenti, ciascuno caratterizzato da un omogeneo comportamento idrogeologico conseguente il carattere litotecnico. L'elemento discriminante è rappresentato dalla permeabilità a cui viene sommato l'effetto della omogeneità dell'ammasso del litotipo.

Dalla combinazione delle diverse tipologie di permeabilità con l'entità assoluta della stessa, deriva, per tutte le formazioni geologiche, ad eccezione delle alluvioni recenti, una classificazione litotecnica finalizzata alla valutazione del possibile diverso grado di vulnerabilità idrogeologica. Per la compilazione sono stati seguiti i criteri introdotti dal PTC.

La classificazione adottata nel presente studio è la seguente:

Tabella 13 - CLASSIFICAZIONE VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA	
Classe	Litotipo
1	SLT, SLT:c, RAQ, RAQ:r, RCH, APA, APA01, FAA
2	MIO, MIObr, CAA:r, CAA:b, CVM, BAM, GAM, CLB, LST, LST:l,
3a	MAC, MTV, E, G, DSA, CCS, SDA01, CAA:c
3b	SVV, SDN, CCL, B, CMA, dt
4a	all (fuori alveo straordinario), at
4b	all (entro alveo straordinario)

Tale carta consente di individuare aree sulle quali interventi o trasformazioni, possono comportare rischi per le falde idriche superficiali presenti sul territorio o per gli ammassi che costituiscono la ricarica dei principali acquiferi. Sulla Carta è inoltre stata riportata la posizione di pozzi e sorgenti; in particolare per i pozzi ad uso potabile è stata individuata la zona di rispetto dal punto di captazione o derivazione di estensione pari a 200 metri come previsto dalla vigente normativa.

Le classi di vulnerabilità sono state distinte in:

Classe 1 - vulnerabilità irrilevante: riguarda le aree in cui la risorsa idrica considerata non é presente, essendo i terreni praticamente privi di circolazione idrica sotterranea, per cui gli eventuali inquinanti raggiungono direttamente le vicine acque superficiali o ristagnano sul terreno; in essa ricadono a esempio i complessi marnosi e argillosi e alcuni complessi sedimentari metamorfosati;

Classe 2 - vulnerabilità bassa: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata é apparentemente non vulnerabile, in base a considerazioni riguardanti la natura degli eventuali acquiferi e quella dei terreni di copertura, per cui permangono margini di incertezza dovuti a diversi fattori, quali la scarsa disponibilità di dati, la non precisa definibilità delle connessioni idrogeologiche, e simili; corrisponde altresì alle situazioni in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda superiori a 30 giorni; in essa ricadono corpi idrici multifalda caratterizzati dalla presenza di alternanze tra litotipi a diversa ma comunque bassa permeabilità non completamente definiti su base idrogeologica, terreni a bassa permeabilità sciolti o litoidi con pendenze superiori al 20 per cento o con piezometria media profonda, terreni alluvionali in vallette secondarie in cui non si rilevano indizi certi di circolazione idrica e con bacino di alimentazione caratterizzato in affioramento da litologie argilloso-sabbiose;

Classe 3 - vulnerabilità media

sottoclasse 3a: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali scarsamente permeabili con falda prossima al piano campagna, da falde idriche in materiali a medio-bassa permeabilità con piezometria depressa per cause naturali, da falde idriche spesso sospese attestate in terrazzi alluvionali non direttamente connessi con gli acquiferi principali ovvero in estesi corpi detritici pedecollinari, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità e le zone interessate da falde freatiche attestate in complessi detritici sufficientemente estesi o con evidenze di circolazione idrica;

sottoclasse 3b: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali mediamente permeabili con livelli piezometrici prossimi al piano campagna, quelle di ricarica di acquiferi confinati a bassa permeabilità, quelle consistenti in terrazzi alluvionali

antichi costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, quelle a permeabilità medio-alta ma con superficie freatica depressa per cause naturali, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco permeabili;

Classe 4 - vulnerabilità elevata

sottoclasse 4a: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra 1 e 7 giorni, quali quelle di ricarica di acquiferi confinati a media permeabilità, quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al piano campagna, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie molto permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi altamente permeabili, le zone di affioramento di terreni sciolti a permeabilità elevata con sufficiente estensione e ricarica, le zone di infiltrazione in terreni a permeabilità medio-alta, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie mediamente permeabili;

sottoclasse 4b: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è esposta, cioè in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti; in essa ricadono zone di ricarica di acquiferi confinati ad alta permeabilità, zone di alveo o di golena morfologicamente depresse nelle quali la falda è esposta o protetta soltanto da esigui spessori di sedimenti, zone nelle quali, per cause naturali o per azioni antropiche, si verifica un'alimentazione indotta con acque facilmente contaminabili delle falde freatiche o semiconfinate, zone interessate da rete acquifera in materiali carbonatici a carsismo completo ed altamente sviluppato, zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie molto permeabili, zone di cava con falda esposta nelle pianure alluvionali.

La tabella sottostante riporta i livelli di rischio idrogeologico collegati alla trasformabilità del territorio indicati nel PTC della Provincia di Pisa.

Trasformazioni ed attività	classi e sottoclassi di vulnerabilità					
	1	2	3a	3b	4a	4b
Interventi sui manufatti esistenti nei nuclei urbani storici ed assimilati (espansioni urbane consolidate, insediamenti di interesse storico non urbani, altre unità di spazio di interesse storico)	I	I	I	II	(a) III	(a) III
Interventi di nuova edificazione od equivalenti nei nuclei urbani storici ed assimilati (espansioni urbane consolidate, insediamenti di interesse storico non urbani, altre unità di spazio di interesse storico)	I	I	II	(a) III	(a) III	(b) IV
Interventi sui manufatti esistenti nelle espansioni periferiche	I	I	II	II	(a) III	(a) III
Interventi di nuova edificazione od equivalenti nelle espansioni periferiche	I	II	II	(a) III	(a) III	(b) IV
Nuove urbanizzazioni	I	II	II	(c) III	(c) IV	N.F.
Nuove edificazioni ed ampliamenti di manufatti per la produzione di beni	I	II	III	(d) III	(e) III/IV	N.F.
Ristrutturazioni di manufatti per la produzione di beni	I	I	II	III	(d) III	(d) III
Attività estrattiva di cava	I	II	III	(f) III/IV	(f) III/IV	N.F.
Nuove edificazioni ed ampliamenti di depositi di esplosivi	I	I	II	(f) III	(f) III	N.F.
Ristrutturazioni di depositi di esplosivi	I	I	II	III	(g) III	(g) III
Realizzazioni ed ampliamenti di depositi di rottami	I	I	(g) III	IV	N.F.	N.F.
Ristrutturazioni di depositi di rottami	I	I	II	(f) III	(f) III	IV
Interventi sui manufatti esistenti privi di interesse storico in territorio non urbano	I	I	I	II	(a) III	(a) III
Nuove edificazioni di manufatti in territorio non urbano	I	I	II	III	(a) III/IV	N.F.
Ordinaria coltivazione del suolo	I	I	II	II	(h) III	(h) III
Attività silvo-colturali	I	I	I	II	(h) III	(h) III

³ ? livello I - rischio inesistente
 ? livello II - rischio basso
 ? livello III - rischio medio/alto
 ? livello IV - rischio elevato
 ? N.F. - rischio eccessivo - *non fattibile*

Realizzazioni ed ampliamenti di manufatti edilizi costituenti attrezzature pubbliche o per l'uso collettivo	I	II	III	III	(b) IV	N.F.
Ristrutturazioni di manufatti edilizi costituenti attrezzature pubbliche o per l'uso collettivo	I	II	II	III	(a) III	(a) III
Realizzazioni ed ampliamenti di cimiteri	I	II	III	IV	N.F.	N.F.
Nuove edificazioni ed ampliamenti di centrali termoelettriche, geotermoelettriche, turbogas e assimilati	I	I	II	IV	N.F.	N.F.
Ristrutturazioni di centrali termoelettriche, geotermoelettriche, turbogas e assimilati	I	I	II	II	(g) III	(g) III
Nuove edificazioni ed ampliamenti di distributori di carburante	I	II	(g) III	IV	N.F.	N.F.
Ristrutturazioni di distributori di carburante	I	I	II	III	(g) III	IV
Realizzazioni ed ampliamenti di impianti di depurazione	I	II	III	IV	N.F.	N.F.
Ristrutturazioni di impianti di depurazione	I	I	II	III	(f) III	IV
Realizzazioni ed ampliamenti di discariche per inerti (II categoria tipo A)	I	II	II	III	IV	N.F.
Ristrutturazioni di discariche per inerti (II categoria tipo A)	I	I	II	III	III	IV
Realizzazioni ed ampliamenti di discariche per rifiuti solidi urbani e speciali assimilati (I categoria e II categoria tipo B)	I	II	IV	N.F.	N.F.	N.F.
Ristrutturazioni di discariche per rifiuti solidi urbani e speciali assimilati (I categoria e II categoria tipo B)	I	I	II	III	(i) III	(i) III
Realizzazioni di parcheggi	I	II	II	II	III	IV
Realizzazioni della rete tecnologica (oleodotti, gasdotti, fognature ed altre opere non interrato)	I	II	II	III	(l) IV	(l) IV
Realizzazioni della rete tecnologica (eletrodotti, vaporedotti ed altre opere interrato)	I	II	II	II	III	(l) IV
Risistemazioni della rete tecnologica (oleodotti, gasdotti, fognature e simili)	I	I	II	II	III	III
Realizzazioni della rete viaria e ferroviaria	I	I	II	III	III	(l) IV
Risistemazioni della rete viaria e ferroviaria	I	I	I	II	III	III
Realizzazioni di nuovi pozzi per acqua	I	I	I	II	III	III

Figura 10: TABELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA E RELATIVI LIVELLO DI RISCHIO

9 – LA PERICOLOSITA'

L'elaborazione finale della Pericolosità, dopo avere esaminato gli aspetti fisiografici del territorio, è stata condotta con l'analisi di tematiche specifiche, clivometria, geolitologia, idrogeologia, situazione idraulica dei corsi d'acqua e risposta all'evento sismico.

La Carta della Pericolosità, secondo le nuove norme vigenti deve comprendere gli aspetti

idraulici, geomorfologici e sismici ed essere suddivisa in:

- Carta della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica – normativa PAI (Tav. 8 a-b);
- Carta della Pericolosità Geomorfologica (Tav. 9 a-b);
- Carta della Pericolosità Idraulica (Tav. 10 a-b);
- Carta delle Zone a Maggiore Pericolosità Sismica Locale e della Pericolosità Sismica (Tav.11);

Le tavole 8, 9 e 10, elaborate precedentemente seguendo le norme della Del. Cons. Reg. n °.94/85, della L.R. n.12/00-PIT e le indicazioni dell'Ordine dei Geologi fornite per la modifica della L.R. 5/95, sono state aggiornate alle disposizioni regionali del D.P.G.R. 26/R del 2007 ed alle norme dei PAI ai quali fa riferimento il territorio comunale di Monteverdi M.mo (Bacino Toscana Costa).

La Tavola 8, propedeutica alla revisione delle Tavole 9 e 10, rappresenta una sintesi della conferma delle pericolosità idrauliche e geomorfologiche (elevata e molto elevata) già inserite nelle cartografie di corredo al P.A.I. e degli elementi geomorfologici aggiornati nel presente studio (Tav. 2).

In particolare per il Bacino Regionale la cartografia tematica esistente è di dettaglio e restituita in scala 1:10.000.

La Tav. 11 individua le Zone a Maggiore Pericolosità Sismica Locale per le aree coincidenti con i sistemi produttivi ed insediativi partendo dai dati litologici e sismo-stratigrafici raccolti e riportati nella Carta dei Dati di Base (Tav. 3), tenendo presente che il Comune di Monteverdi M.mo è classificato in zona sismica 3 (Del. G.R.T. n 431 del 19/06/2006).

Nella medesima Tavola si sintetizzano le Pericolosità sismiche secondo i criteri definiti, per quanto possibile, dalle istruzioni tecniche del programma VEL.

9.1 – LA CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA (secondo normativa P.A.I.)

La Carta della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica (**Tav. 8 a-b**), redatta secondo la recente normativa P.A.I., è stata elaborata partendo dalle Carte di Tutela del Territorio (riquadri n °16-22-23-28-29) allegate alla Delibera Regionale n.13 /05 di approvazione del Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa.

Per quanto concerne la Pericolosità Idraulica, non essendo stati fatti ulteriori approfondimenti di carattere idrologico-idraulico, il presente studio si è limitato a verificare la congruità morfologica

delle aree perimetrare dal P.A.I. nelle Classi a Pericolosità Idraulica Molto Elevata (**P.I.M.E.**) ed Elevata (**P.I.E.**). Non sono state fatte sostanziali modifiche, confermando la perimetrazione P.A.I. in scala 1: 10.000.

Il criterio di sintesi cartografica seguito è quello riportato in Tabella 15:

Tabella 14		
Classificazione di Pericolosità Idraulica P.A.I.		
Elemento di criticità idraulica	Classe di pericolosità	Classe di pericolosità P.A.I.
Aree nelle quali defluiscono portate con 30<Tr<200 anni	3	P.I.E.
Aree nelle quali defluiscono portate con Tr≤30 anni	4	P.I.M.E.

I colori riportati in tabella riprendono quelli indicati nella Tav.8 a e b.

Dal punto di vista geomorfologico, al fine di adeguare la cartografia tematica al P.A.I., è stata invece operata una sostanziale revisione della Carta di Tutela del Territorio/PAI, partendo dalla nuova Carta Geomorfologica (Tav.2) e seguendo il criterio riportato in tabella 16:

Tabella 15		
Classificazione di Pericolosità Geomorfologica P.A.I.		
Elemento di instabilità	Classe di pericolosità	Classe di pericolosità P.A.I.
Coperture detritiche colluviali e/o frane stabilizzate (paleofrane); Aree interessate da dilavamento diffuso	2	-
Aree in soliflusso	3	P.F.E.
Frane inattive (quiescenti)	3	P.F.E.
Frane attive, Aree a franosità diffusa, intense erosioni, impluvi in approfondimento	4	P.F.M.E.

I colori riportati in tabella riprendono quelli indicati nella Tav.8 a e b.

In Tavola 8, ad eccezione delle aree inserite nelle classi 3 e 4 (pericolosità elevata e molto elevata), le restanti porzioni di territorio non sono state classificate. Queste ultime ricadranno, come riportato sulle Carte di Tutela del Territorio (riquadri n°16-22-23-28-29), in "Aree di particolare attenzione per la prevenzione dei dissesti idrogeologici" o in "Aree di particolare attenzione per la prevenzione da allagamenti".

Le classi di Pericolosità sono state quindi distinte in:

PERICOLOSITA' IDRAULICA

- Classe di Pericolosità 3 - Elevata

Tutte le aree individuate sulla base di studi ideologici idraulici sui corsi d'acqua di riferimento del P.A.I., all'interno delle quali defluiscono le portate aventi tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni. Aree definite a Pericolosità Idraulica Elevata (**P.I.E.**).

- Classe di Pericolosità 4 – Molto elevata

Tutte le aree individuate sulla base di studi ideologici idraulici sui corsi d'acqua di riferimento del P.A.I., all'interno delle quali defluiscono le portate aventi tempo di ritorno fino a 30 anni. Aree definite a Pericolosità Idraulica Molto Elevata (**P.I.M.E.**).

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

- Classe di Pericolosità 3 - Elevata

Tutte le aree interessate da fenomeni franosi quiescenti e le relative aree di influenza, le aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di carattere antropico, le aree interessate da fenomeni erosivi e da subsidenza. Aree definite a Pericolosità di Frana Elevata (**P.F.E.**).

- Classe di Pericolosità 4 - Elevata

Tutte le aree interessate da fenomeni franosi attivi, da processi a dinamica rapida e veloce (colate rapide incanalate di detrito e terra) e le relative aree di influenza, nonché le aree che possono essere coinvolte dai suddetti fenomeni. Aree definite a Pericolosità di Frana Molto Elevata (**P.F.M.E.**).

9.2 – LA CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

La valutazione della Pericolosità Geomorfologica è stata effettuata operando una sovrapposizione delle carte tematiche di base (clivometrica, geomorfologica, litologica,

idrogeologica e sismica) ed assegnando alle aree differenti gradi di pericolosità secondo quanto previsto dalla Direttiva Regionale (DPGR 26/R del 2006).

E' stata definita operando inoltre una revisione di carattere cartografico e morfologico, in scala 1:10.000 e 1:2.000 (ove presente), della Carta geomorfologica redatta dagli scriventi nel 2005, delle perimetrazioni individuate dai Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino Toscana Costa ed un ulteriore approfondimento fotointerpretativo e di rilevamento di campagna, soprattutto per le aree interessate dai dissesti quiescenti ed attivi e le relative possibili aree di influenza.

Per ottenere un maggior dettaglio la classe "2" di pericolosità media è stata suddivisa in due sottoclassi: la "2a" e la "2b".

Infatti, considerando la complessità geografica, morfologica e geologica del territorio comunale di Monteverdi M.mo, la classe 2 avrebbe rappresentato con un unico valore di pericolosità una gamma di situazioni geomorfologiche invece molto diverse tra loro.

La Carta della Pericolosità (**Tav. 9 a-b**) risulta costruita dall'unione di due criteri distinti. Il primo momento corrisponde al risultato della sovrapposizione della Carta Litologica con la Carta della Pendenze, ottenuta in modo automatico tramite un'operazione di *overlay* topologico, cioè tramite un'operazione spaziale che crea un nuovo tematismo dalla sovrapposizione di due o più tematismi esistenti.

Al tematismo così ottenuto è stato poi sovrapposto quello delle aree instabili, definite nella illustrazione della Carta Geomorfologica. Ai lineamenti delle citate aree instabili è stato quindi assegnato un peso assoluto, che si è andato a sovrapporre a quello derivante dall'*overlay* definito in precedenza. In particolare le classi di pericolosità adottate per le aree soggette a soliflusso, per le coperture detritiche e per le aree in frana (attive o inattive) sono sintetizzate di seguito in tabella 15. Nella classe 4 sono infine stati inseriti gli alvei di tutti i maggiori corsi d'acqua, quelli soggetti a forti erosioni, le cave abbandonate, le casse di espansione (A.S.I.P.) ed i laghi. Nella classificazione di Pericolosità morfologica è stato tenuto inoltre conto delle indicazioni sulla risposta all'evento sismico.

Tabella 16	
Classificazione di Pericolosità Geomorfologica (DPGR 26/R – '06)	
Elemento di instabilità	Classe di pericolosità
Coperture detritiche colluviali e/o frane stabilizzate	2-(2b)

(paleofrane); Aree interessate da dilavamento diffuso	
Aree in soliflusso	3
Frane inattive (quiescenti)	3
Frane attive ed Aree a franosità diffusa	4

I colori riportati in tabella riprendono quelli indicati nella Tav.9 a e b.

Al termine è stata effettuata manualmente una operazione di filtraggio al fine di eliminare micropolygoni a pericolosità non significativa che rendevano l'elaborato di difficile consultazione.

In particolare, l'adeguamento della tavola 9 al D.P.G.R. n.26/R del 2007 ha comportato una nuova definizione delle Classi di Pericolosità:

- ❖ **la Classe 1 (G.1)** di Pericolosità bassa comprende la ex Classe 1 prima non segnalata (irrilevante) e la ex Classe 2;
- ❖ **la Classe 2 (G.2)** viene suddivisa in due sottoclassi di Pericolosità (2a-medio bassa e 2b-medio alta), per distinguere meglio la pericolosità degli elementi litologici e geomorfologici relativi agli ambiti di fondo valle e di collina, corrispondenti alle ex Classi 3a e 3b;
- ❖ **la Classe 3 (G.3)** di Pericolosità elevata corrisponde alla ex Classe 3c e comprende le aree P.A.I. in pericolosità di frana elevata (P.F.E.);
- ❖ **la Classe 4 (G.4)** riprende la ex Classe 4, comprendendo le aree P.A.I. in pericolosità di frana molto elevata (P.F.M.E.).

Seguendo le disposizioni del DPCR 26/R sono state quindi individuate le seguenti classi:

CLASSE 1- PERICOLOSITA' BASSA (G.1)

Comprende le aree di pianura (fondo valle) e collinari i cui processi morfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture e clivometriche (<15%) non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti gravitativi.

CLASSE 2- PERICOLOSITA' MEDIA (G.2) **Sottoclasse 2a: Pericolosità medio-bassa**

Comprende le aree di pianura (fondo valle) con sottosuolo eterogeneo e con caratteristiche geotecniche da medio-basse a scadenti, le zone e i lotti bonificati geotecnicamente, le aree collinari in cui non sono presenti movimenti franosi inattivi/stabilizzati.

Costituiscono aree con elementi geomorfologici, litologici, idrogeologici, giaciture e clivometrici dalle cui valutazioni risulta una bassa propensione al dissesto gravitativo e statico.

Sottoclasse 2b: Pericolosità medio-elevata

Comprende le aree di pianura con sottosuolo eterogeneo e con caratteristiche geotecniche da basse a scadenti, soggette a fenomeni di ristagno, le aree collinari in cui sono presenti movimenti franosi inattivi stabilizzati naturalmente o artificialmente (paleofrane, coltri detritiche, riporti antropici, etc.).

Costituiscono aree con elementi geomorfologici, litologici, idrogeologici, giaciturali e clivometrici dalle cui valutazioni risulta una medio-bassa propensione al dissesto gravitativo e statico.

CLASSE 3- PERICOLOSITA' ELEVATA (G.3)

Comprende le aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti, le aree situate in prossimità di fenomeni franosi attivi, le aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali o sotterranee, nonché a processi di degrado antropico (cave attive o abbandonate), le aree interessate da fenomeni erosivi e da subsidenza, i corsi d'acqua stagionali. Sono inserite le P.F.E..

CLASSE 4- PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA (G.4)

Comprende le aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e le relative aree di influenza, nonché tutti gli elementi idrografici naturali o antropici (corsi d'acqua perenni, invasi, laghi, casse di espansione, etc.). Sono inserite le P.F.M.E..

Dall'osservazione della cartografia prodotta emerge chiaramente che le situazioni di maggiore Pericolosità Geomorfologia (Classi **4** e **3**) si concentrano a nord di Canneto ed a sud ed est di Monteverdi M.mo; numerose sono infatti le paleofrane e/o coperture detritiche stabilizzate (Classe **2b**) e di frana (Classi **3** e **4**) collegate sia all'intensa attività tettonica che a giaciture sfavorevoli alla stabilità in litologie ad elevata componente argillitica.

Nel settore sud del territorio, ad eccezione di alcuni isolati elementi di dissesto attivo o quiescente, prevalgono le classi di bassa e medio-bassa pericolosità (**1** e **2a**); in particolare la classe "**2a**" si estende sui versanti collinari e sub-montani dove la morfologia è mediamente acclive, ma non interessata da dissesti quiescenti.

La Classe "**1**" prevale o nei fondi valle alluvionali o in corrispondenza delle zone di crinale sub-pianeggianti.

9.3 – LA CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

E' stata definita operando una revisione di carattere cartografico e morfologico in scala 1:10.000 e 1:2.000, dove presente, delle perimetrazioni individuate dal Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino Toscana Costa (cartografia in scala 1:10.000).

In particolare la Classe di Pericolosità Molto Elevata, P.I.M.E nel P.A.I. Toscana Costa, è stata inserita nella Classe di maggiore Pericolosità (Classe "I.4" - molto elevata). La pericolosità elevata, P.I.E., è stata inserita nella Classe di Pericolosità elevata (Classe "I.3"). Le aree in prossimità delle pericolosità elevate, di impluvi secondari o poste su terrazzi alluvionali sono state inserite nella Classe di Pericolosità media (Classe "I.2") e bassa (Classe "I.1").

Sono stati inoltre riportati i limiti degli ambiti A1 di vincolo di protezione assoluta; la porzione di territorio compresa all'interno degli ambiti è stata inserita il pericolosità idraulica elevata (I.3) o molto elevata (I.4)..

Seguendo le disposizioni del DPCR 26/R sono state quindi individuate le seguenti classi:

CLASSE 0 – PERICOLOSITA' IRRILEVANTE/ASSENTE (I.0)

Comprende le aree collinari e montuose. Queste aree sono in situazione di alto morfologico e prive di notizie storiche di inondazioni.

CLASSE 1 – PERICOLOSITA' BASSA (I.1)

Comprende le aree sub-pianeggianti su cui si sviluppano i principali agglomerati urbani, quelle collinari e montuose prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;*
- b) sono in siti favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda;*
- c) sono assenti fenomeni di ristagno in quanto provvisti di rete di allontanamento delle acque meteoriche.*

CLASSE 2 – PERICOLOSITA' MEDIA (I.2)

*Comprende le aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra **200<Tr<500** anni.*
In assenza di studi idrologici-idraulici di dettaglio (situazione accertata per il territorio di Monteverdi M.mo), comprende le aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) *non vi sono notizie storiche di inondazioni;*
- b) *sono in situazioni di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda;*
- c) *aree protette da recenti opere idrauliche e di messa in sicurezza per tempi **Tr>200** anni.*

CLASSE 3 – PERICOLOSITA' ELEVATA (I.3)

*Comprende le aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra **30<Tr<200** anni.*

In assenza di studi idrologici-idraulici di dettaglio, comprende le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) *vi sono notizie storiche di inondazioni;*
 - b) *sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.*
- Sono inserite le **P.I.E.***

CLASSE 4 – PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA (I.4)

*Comprende le aree interessate da allagamenti per eventi con **Tr<30** anni.*

In assenza di studi idrologici-idraulici di dettaglio, comprende le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

- a) *vi sono notizie storiche di inondazioni;*
- b) *sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda;*

oppure

- c) *aree morfologicamente depresse interessate da fenomeni di ristagno prolungato (zone umide).*
- Sono inserite le **P.I.M.E.** e tutti gli elementi "idrografici" naturali o antropici (corsi d'acqua perenni, invasi, laghi, casse di espansione, etc.).*

9.4 – LA CARTA DELLA ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (ZMPSL) E DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Analizzando e valutando quanto emerge dalle conoscenze relative agli elementi esistenti di tipo morfologico (dalla C.T.R. 1:2000), geologico, geomorfologico, geotecnico e, laddove disponibili, di tipo geognostico e geofisico, sono state evidenziate tramite criteri VEL le aree

insediative (Monteverdi, Canneto e Gualda-Poggio Castelluccio) dove possono verificarsi effetti sismici locali (ZMPSL).

Al fine di ridurre il rischio sismico, la valutazione degli effetti locali consente di rappresentare, in particolare, i seguenti possibili fenomeni:

1. per amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
2. per amplificazione dovuta alla presenza di faglie, contatti tettonici e/o strutture tettoniche;
3. per contrasto di rigidità fra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
4. per riattivazione e/o accentuazione di movimenti gravitativi;
5. per suscettibilità alla liquefazione e/o addensamento;
6. per cedimenti diffusi e differenziali.

La redazione della Carta delle Z.M.P.S.L. (Tav. 11) è stata realizzata seguendo la Legenda riportata nella Direttiva regionale 26/R.:

- ❖ - **(1)** Zona caratterizzata da movimento franoso attivo
- ❖ **(2A)** - Zona caratterizzata da movimento franoso quiescente
- ❖ **(2B)** - Zone potenzialmente franose: versante con giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio, versante con giacitura a reggipoggio ed intensa fratturazione degli strati, pendio con pendenza media >25% (>15% con falda superficiale) costituito da sabbie sciolte, argille, limi soffici e/o detriti
- ❖ **(3)** - Zona caratterizzata da movimento franoso inattivo
Possibili effetti: Accentuazione dei fenomeni di instabilità in atto e potenziali dovuti ad effetti dinamici in caso di sisma
- ❖ **(4)** - Zona con terreno particolarmente scadente (argille e limi molto soffici, riporti poco addensati)
Possibili effetti: Cedimenti diffusi
- ❖ **(5)** - Zona con terreno granulare fine poco addensato, saturo d'acqua con falda superficiale nei primi 5 m dal p.c.
Possibili effetti: Fenomeno di liquefazione
- ❖ **(6)** - Zona di ciglio $H > 10$ m costituita da scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo e/o di scarpata di erosione (buffer di 10 m a partire dal ciglio)
- ❖ **(7)** - Zona di cresta rocciosa sottile (buffer di 20 m) e/o cocuzzolo
Possibili effetti: Amplificazione sismica dovuta ed effetti topografici

- ❖ **(8)** – Zona di bordo della valle e/o area di raccordo con il versante (buffer di 20m a partire dal contatto con la valle)

Possibili effetti: Amplificazione sismica dovuta a morfologie sepolte

- ❖ **(9)** – Zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti
- ❖ **(10)** – Zona con presenza di coltre detritica di alterazione del substrato roccioso e/o copertura colluviale
- ❖ **(11)** - Area costituita da conoide alluvionale e/o cono detritico

Possibili effetti: Amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura per fenomeni di amplificazione stratigrafica

- ❖ **(12)** – Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (buffer di 20m)
- ❖ **(13)** – Contatti tettonici, faglie, sovrascorrimenti e sistemi di fratturazione (buffer di 20m)

Possibili effetti: Amplificazione differenziata del moto del suolo e dei cedimenti; meccanismi di focalizzazione delle onde

Così, le ZMPSL (1), (2a-b), (3), (6), (10), e (13) sono state perimetrare tenendo conto delle lineazioni riportate nelle carte geomorfologica e geologica; le (8) e (9) tenendo conto della carta litologica e dei dati di base; le (6) e (7) tenendo conto della visione delle foto aeree con lo stereoscopio e della cartografia tecnica in scala 1:2.000; la (12) tenendo conto della carta geologica, litologica e dei dati di base; le (4), (5), (8), (9) e (11) non sono presenti nel territorio comunale.

La sintesi delle informazioni derivanti dalla Carta delle ZMPSL ha consentito di valutare le condizioni di Pericolosità Sismica dei centri studiati secondo i seguenti gradi di pericolosità, ricordando che il Comune di Monteverdi Marittimo si trova in zona sismica "3":

- ❖ grado di pericolosità **S.4** per i movimenti franosi attivi (1);
- ❖ grado di pericolosità **S.3** per le ZMPSL (2A), (2B), (8), (12) e(13);
- ❖ grado di pericolosità **S.2** per le ZMPSL (3), (9),(10) e (11).

Seguendo le disposizioni del DPCR 26/R sono state quindi individuate le seguenti classi:

CLASSE 1- PERICOLOSITA' BASSA (S.1)

Comprende le aree caratterizzate dalla presenza di formazioni omogenee litoidi, sub-litoidi e pseudo-coerenti e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

CLASSE 2- PERICOLOSITA' MEDIA (S.2)

Comprende le zone con fenomeni franosi inattivi o coltri colluviali stabilizzate e dove è possibile una amplificazione dovuta ad effetti topografici.

CLASSE 3- PERICOLOSITA' ELEVATA (S.3)

Comprende le aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità quiescenti e che potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici in occasione di evento sismico; zone potenzialmente franose o a dinamica molto lenta o esposte a rischio frana per le quali non si escludono fenomeni di instabilità indotta dalla sollecitazione sismica; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi.

Comprende inoltre terreni sabbiosi soggetti a liquefazione dinamica, zone con possibile amplificazione sismica connesse a zone di bordo valle e/o zone di raccordo con il versante, zone con possibile amplificazione sismica per effetti stratigrafici, zone di contatto fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse ed infine zone con faglie e/o contatti tettonici.

CLASSE 4- PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA (S.4)

Comprende le aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità attivi e che potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasioni di eventi sismici.

Per l'elaborazione è stata usata la scala 1:2000; per la restituzione cartografica la scala 1:2500.

Nella Tavola 11 di sintesi che rappresenta sia le ZMPSL che la Pericolosità Sismica, i retini si riferiscono alle zone, i colori al grado di pericolosità.

10 – INDIRIZZI PER LA GESTIONE E TUTELA DEL TERRITORIO

Il Piano Strutturale, compresi gli studi geologici di supporto, hanno lo scopo di fornire all'Amministrazione Comunale ed ai Progettisti un quadro conoscitivo completo, che renda possibile una corretta programmazione nell'intero territorio (centri abitati, zone artigianali, parchi, aree aperte, etc.). Successivamente il Regolamento Urbanistico definirà le trasformazioni fisiche e le utilizzazioni degli immobili con le limitazioni ed alle condizioni dettate dalle disposizioni di cui ai

successivi articoli.

A tal proposito, alla luce del quadro normativo e di quello geologico-tecnico ed ambientale, qui di seguito si elencano le direttive per una corretta programmazione delle future previsioni urbanistiche.

Prescrizioni di carattere idraulico

- Art. 1. Nelle aree inserite in Classe di Pericolosità Idraulica PAI "4" o **P.I.M.E.** (Tav.8) e nella "I.4" (Tav.10) gli interventi consentiti sono elencati nella **Del. Reg. n.13/05, Art.5; si ricorda comunque che le aree interessate da fenomeni di inondazione con $Tr < 20$ anni e le pertinenze fluviali non potranno essere oggetto di nuove previsioni edificatorie, salvo che per infrastrutture a rete non diversamente localizzabili.**
- Art. 2. Nelle aree inserite in Classe di Pericolosità Idraulica PAI "3" o **P.I.E.** (Tav.8) e nella "I.3" (Tav.10) gli interventi consentiti sono elencati nella **Del. Reg. n.13/05 all'Art.6; si ricorda comunque che le nuove previsioni edificatorie dovranno essere subordinate alla preventiva e contestuale esecuzione di interventi di messa in sicurezza per eventi con $Tr \geq 200$ anni.**
- Art. 3. Nelle aree inserite in Classe di Pericolosità Idraulica "I.2 ed I.1" (Tav.10) gli interventi previsti dovranno garantire un efficace sistema di allontanamento e di regimazione delle acque meteoriche (fognature).
- Art. 4. Nelle aree inserite in Classe di Pericolosità Idraulica "I.3 ed I.4" (Tav.10), dovrà essere vietata la creazione di locali interrati e semi-interrati anche se utilizzati come magazzini, parcheggi o alloggiamento di apparati tecnici e tecnologici.
- Art. 5. Le **aree di pertinenza fluviale** (fascia di mobilità funzionale del fiume, nelle aree non urbanizzate, interessate da divagazione del corso d'acqua nell'ultimo secolo e da probabile rimodellazione per erosione laterale) non potranno essere oggetto di previsioni edificatorie.
- Art. 6. All'interno delle **A.S.I.P. – Aree Strategiche per Interventi di Prevenzione** (Tav.2), individuate nel PAI, **non sono ammesse nuove destinazioni urbanistiche di carattere insediativo (Art.10 Del. Reg. n.13/05).**
- Art. 7. Nelle aree rurali, la rete di drenaggio delle acque di pioggia dovrà garantire una volumetria di accumulo non inferiore a 200 mc per Ha.
- Art. 8. E' vietata la copertura ed il tombamento dei corsi d'acqua ricompresi nel reticolo idraulico individuato dal PAI e comunque anche in caso di attraversamento non potrà essere ridotta la sezione idraulica di sicurezza relativa alla portata con tempo di ritorno duecentennale.

- Art. 9. Per le nuove urbanizzazioni le reti fognarie dovranno prevedere adeguati volumi di invaso al fine di garantire opportune condizioni di sicurezza, in relazione alla previsione urbanistica ed al contesto territoriale, tenuto conto della necessità di mitigare gli effetti prodotti da eventi pluviometrici critici con $Tr=200$ anni; tali verifiche dovranno essere progressivamente estese alle reti fognarie esistenti.
- Art. 10. Il recapito finale di scarichi meteorici o depurati, nei corsi d'acqua inseriti nel reticolo PAI, dovrà essere verificato in termini di sicurezza idraulica.
- Art. 11. Si dovrà mantenere, conservare e recuperare la funzionalità e l'efficienza del reticolo idraulico esistente.
- Art. 12. Il recapito di acque piovane in fognatura o in corsi d'acqua deve essere evitato quando è possibile dirigere le acque in aree adiacenti con superficie permeabile senza che si determinino danni dovuti a ristagno.
- Art. 13. Per i corsi d'acqua elencati nella Deliberazione della Regione Toscana n. 72 del 2007 (P.I.T.), all'interno degli alvei, delle golene, degli argini e dell'ex-Ambito **A1** (nelle due fasce di larghezza di 10 m dal piede esterno dell'argine o dal ciglio esterno di sponda), **non è consentito il rilascio o l'adozione di concessioni o autorizzazioni edilizie relativamente a nuove edificazioni o a manufatti di qualsiasi natura.** Sono fatte salve le opere idrauliche, le opere di attraversamento del corso d'acqua, gli interventi trasversali di captazione e restituzione delle acque, nonché gli adeguamenti di infrastrutture esistenti senza avanzamento verso il corso d'acqua a condizione che si attuino le precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico relativamente alla natura dell'intervento e si consenta comunque il miglioramento dell'accessibilità al corso d'acqua stesso.

Prescrizioni di carattere geomorfologico

- Art. 14. Nelle aree inserite in Classe di Pericolosità Geomorfologica PAI "4" o **P.F.M.E.** (Tav.8) e nella "G.4" (Tav.9) gli interventi consentiti sono elencati nella **Del. Reg. n.13/05 all'Art.13; si ricorda comunque che nelle aree interessate da fenomeni franosi attivi nuove previsioni edificatorie non diversamente localizzabili, saranno subordinate alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione; in queste aree potranno prevedersi esclusivamente interventi di sistemazione idraulica, idraulico-forestali, geomorfologici e quant'altro necessario ai fini della messa in sicurezza o riqualificazione dei luoghi, ma senza nuove espansioni urbanistiche.** L'indagine geologico-tecnica a supporto dell'intervento diretto (D.M. 11/03/88 e D.M. 14.1.2008 -Ministero delle Infrastrutture - "

Nuove Norme tecniche per le costruzioni” G.U. n. 29 del 4.2.2008, Suppl. Ord. n. 30, in vigore dal 5 marzo 2008) dovrà sempre essere supportata da un progetto preliminare di indagini in situ, che dovrà comprendere analisi geotecniche, stratigrafiche, sismiche e topografiche, in corrispondenza dell’intera area e di un suo intorno ritenuto significativo.

Art. 15. Nelle aree inserite in Classe di Pericolosità Geomorfologica PAI “**3**” o **P.F.E.** (Tav.8) e nella “**G.3**” (Tav.9) gli interventi consentiti sono elencati nella Del. Reg. n.13/05 all’Art.14; **si ricorda comunque che nelle aree interessate da fenomeni franosi inattivi nuove previsioni edificatorie saranno subordinate all’esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza; in queste aree i nuovi interventi urbanistici di trasformazione dovranno essere fortemente limitati.** L’indagine geologico-tecnica a supporto dell’intervento diretto (D.M. 11/03/88 e D.M. 14.1.2008 -Ministero delle Infrastrutture - “ Nuove Norme tecniche per le costruzioni” G.U. n. 29 del 4.2.2008, Suppl. Ord. n. 30, in vigore dal 5 marzo 2008) dovrà sempre essere supportata, in situ, da specifiche analisi geotecniche, stratigrafiche e sismiche (in coltri detritiche), condotte su rilievi topografici di dettaglio, in corrispondenza dell’intero lotto interessato dalla trasformazione e di un suo intorno ritenuto significativo, valutando la tipologia fondazionale, i cedimenti, il grado di stabilità del versante *ante-operam* e *post-operam*, gli interventi di consolidamento e la regimazione delle acque.

Art. 16. Nelle aree inserite in Classe di Pericolosità Geomorfologica “**G.2**” (Tav.9), i nuovi interventi urbanistici di trasformazione dovranno essere limitati nella sottoclasse “**2b**”, mentre nella sottoclasse “**2a**” sarà possibile prevedere zone di espansione urbanistica o trasformazione escluse quelle limitate o condizionate da vincoli superiori. L’indagine geologico-tecnica a supporto dell’intervento diretto (D.M. 11/03/88 e D.M. 14.1.2008 -Ministero delle Infrastrutture - “ Nuove Norme tecniche per le costruzioni” G.U. n. 29 del 4.2.2008, Suppl. Ord. n. 30, in vigore dal 5 marzo 2008) dovrà sempre essere supportata, in situ, da specifiche analisi geotecniche, stratigrafiche e sismiche (in coltri detritiche), condotte su rilievi in scala 1:2.000 o di maggior dettaglio, in corrispondenza della zona interessata dalla trasformazione, valutando la tipologia fondazionale, i cedimenti, il grado di stabilità del versante e la regimazione delle acque.

Art. 17. Nelle aree inserite in Classe di Pericolosità Geomorfologica “**G.1**” (Tav.9), sarà possibile qualsiasi previsione urbanistica o trasformazione escluse quelle limitate o condizionate da vincoli superiori. L’indagine geologico-tecnica a supporto dell’intervento diretto (D.M. 11/03/88 e D.M. 14.1.2008 -Ministero delle Infrastrutture - “ Nuove Norme tecniche per le costruzioni” G.U. n. 29 del 4.2.2008, Suppl. Ord. n. 30, in vigore dal 5

marzo 2008) dovrà essere supportata, in situ, da specifiche analisi geotecniche, stratigrafiche e sismiche (in terreni alluvionali) in corrispondenza del punto/lotto interessato dalla trasformazione.

Art. 18. Per la **prevenzione dei dissesti idrogeologici** nelle aree agricole e boscate, attraverso l'impiego di tecniche di ingegneria naturalistica, dovranno essere incentivati: la manutenzione ed il ripristino di terrazzamenti, delle gradonature, la canalizzazione delle acque diffuse, l'aratura a giropoggio, la salvaguardia di impianti arbustivi e boschivi di pregio, l'avviamento ad alto fusto, la rinaturalizzazione delle aree incolte ed abbandonate dalle pratiche agricole, il mantenimento ed il recupero di viabilità podereale, sentieri e mulattiere; dovranno invece essere evitati il pascolo in aree denudate, le lavorazioni agricole in prossimità delle sedi stradali e/o di cigli di scarpate.

Prescrizioni di carattere idrogeologico ed ambientale

Art. 19. Ai fini di proteggere l'integrità degli acquiferi, in materia di Vulnerabilità Idrogeologica (Tav.7 - Fig.10), **le fattibilità delle nuove previsioni urbanistiche dovranno tener conto del livello di rischio collegato ad ogni nuova trasformazione secondo quanto previsto dall'Art.20 della Del.C.P. di Pisa n.100/2006 (P.T.C.);**

Art. 20. La pianificazione degli interventi di trasformazione urbanistica dovrà essere subordinata anche alla **verifica dell'esistenza delle infrastrutture e dei servizi idrici** necessari per soddisfare la domanda in materia di approvvigionamento, distribuzione e depurazione. L'eventuale esigenza di potenziamento delle infrastrutture e dei servizi idrici già esistenti dovrà essere soddisfatta compatibilmente con l'uso sostenibile della risorsa. I nuovi incrementi edificatori dovranno essere previsti solo ove sarà prevista la contestuale realizzazione della rete fognaria e degli impianti di depurazione.

Art. 21. **La realizzazione di pozzi per la captazione di acque sotterranee, da parte di privati e/o enti pubblici, sarà vietata nelle aree di frana attiva** (Classe di Pericolosità Geomorfologica "G.4").

Art. 22. Ai sensi del D.L. n.258/00 – Art. 21 comma 7, ai **pozzi o sorgenti per uso potabile** pubblici e/o privati dovrà essere garantita una **fascia di tutela assoluta pari a 10 metri** ed una **fascia di rispetto di raggio pari a 200 metri** all'interno della quale non sarà possibile svolgere le seguenti attività: a) dispersione di fanghi e acque reflue anche se depurati; b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi; c) 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; d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade; e) aree cimiteriali; f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda; g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica; h) gestione di rifiuti; i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive; l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli; m) pozzi perdenti; n) pascolo e stazzo di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione; è comunque vietata la stabulazione nella zona di rispetto ristretta. Per gli insediamenti o attività sopra citate preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate misure per il loro allontanamento: in ogni caso deve esser garantita la loro messa in sicurezza.

Art. 23. **Pozzi e sorgenti, utilizzati per fini domestici**, dovranno comunque avere **una fascia di rispetto con raggio minimo pari a 30 metri**.

Art. 24. **Le aree di ricarica idrogeologica e gli acquiferi a monte dei campi pozzi potabili** di utilizzo pubblico (Dorsale di Monteverdi, Le Celle, Monte di Canneto e Valle del Cornia) dovranno essere protetti e non essere interessati da ulteriori emungimenti per fini irrigui ed industriali; sarà invece consentita, secondo la vigente normativa, la terebrazione di pozzi ad uso domestico;

Art. 25. Dovrà essere vietato **lo smaltimento nel sottosuolo dei reflui domestici tramite sub-irrigazioni e praticata la fertirrigazione nelle aree in frana attive e non (Classi G.4 e G.3), nelle zone con pendenze > 15%, nelle zone a vulnerabilità idrogeologica molto elevata (Classi 4b – Tav.7) e nei suoli impermeabili (Classi 5 e 6 – Tav.6)**.

Art. 26. **Nelle zone di frana attiva ed inattiva (Classe G.4 e G.3)** dovranno essere evitati interventi di disboscamento, livellamento con abbattimento di terrazzamenti, escavazione, riporto e riempimento (anche temporaneo) con creazione di terrapieni o accumuli ingiustificati.

Art. 27. **Nelle zone a Pericolosità media (Classe G.2) e/o con pendenze superiori al 25%** gli accumuli ed i riporti di terreno, superiori al metro, dovranno essere protetti da opere di contenimento (muri, terre armate, palificate, etc.), opere antiersive (inerbimento, geostuoie, viminate etc.) e di regimazione delle acque, previa verifica di stabilità dei luoghi.

Art. 28. Al fine di prevenire dissesti idrogeologici, avere una migliore conservazione

paesaggistica ed evitare trasformazioni morfologiche ed idrauliche, nelle zone agricole e rurali dovranno essere evitati ultra-frazionamenti fondiari al di sotto dei 2500-3000 mq.

Art. 29. Dovranno essere incentivate, per le nuove previsioni urbanistiche e per le aziende agricole, **tecnologie atte al risparmio idrico**, come il recupero ed il riutilizzo di acque piovane per usi irrigui (giardini pertinenziali, orti), igienico-assimilati (cassette wc e lavatrici) e la creazione di invasi.

Art. 30. Trattandosi di un **comune inserito nel paesaggio della geotermia**, si dovrà promuovere l'utilizzo dell'energia geotermica nei sistemi produttivi agricoli e promuovere verso i soggetti produttori di energia geotermica tecnologie finalizzate al miglioramento di performances ambientali (mitigazione dell'impatto visivo di elettrodotti e vapordotti, eliminazione di maleodoranze, interramenti di tracciati aerei, rinaturalizzazione e ripristino dell'aree interessate dalla realizzazione dei pozzi).

Art. 31. All'interno del comune non sono presenti **geositi** paleontologici o mineralogici di particolare valenza; seppur di scarso interesse minerario e scientifico sono ancora presenti **tracce dell'attività mineraria** presso Poggio Castiglione (miniera di calcedonio e magnesite - 1914-1924), Guardigiano-Monterufoli (miniera di lignite - 1916-1920) e Canneto (manganese - 1930-1942).

11 – BIBLIOGRAFIA

- MAZZANTI R. (1966) – Geologia della zona di Monteverdi Marittimo Canneto – Provincia di Pisa Atti della Società Toscana di Scienze naturali – vol. LXXIII, Serie A – 1966.
- MAZZANTI R. et alii. (1993)– Geologia della Provincia di Livorno a sud del Fiume Cecina – Quaderni del Museo di storia naturale di Livorno – vol. 13 (1993), supplemento n. 2.
- RAGGI G. & BICCHI Anna Rosa. (1985) – Studio Idrogeologico e Geomorfologico dei bacini dei Fiumi Cecina e Fine – Quaderni sull'assetto del Territorio: nuova serie n. 1 - Province di Pisa e Livorno. Ed. Bastoni - Livorno, 1985.
- GRAZIANI G. (1996) – Comune di Monteverdi M.^{mo}: Indagine geologico-tecnica di supporto al Nuovo Piano Regolatore comunale – Relazione e Carte Tematiche inedite. Gennaio, 1996.
- MARRUCCI A. & NANNONI R. (2003) – TESORI SEPOLTI: Guida al patrimonio minerario e mineralogico del territorio della Comunità Montana Alta Val di Cecina. Com.^{tà} Mont.^{na} Alta. V.C.
- AA.VV. (1969) – CARTA GEOLOGICA D'ITALIA scala 1:100.000 – Foglio 119 Massa Marittima, II Edizione. Servizio Geologico d'Italia, Roma 1969.

- TREVISAN L. et alli (1968) – NOTE ILLUSTRATIVE della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 – Foglio 119 Massa Marittima. Servizio Geologico d'Italia, Roma, 1968.
- AA.VV. (1969) – CARTA GEOLOGICA D'ITALIA scala 1:100.000 - F. 112 Volterra – Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- TREVISAN L. et alli (1968) – NOTE ILLUSTRATIVE della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 – Foglio 112 Volterra. Servizio Geologico d'Italia, Roma, 1968.
- Autori vari (2003) – Rapporto sullo stato dell'ambiente in Provincia di Pisa, vol 2° *Val di Cecina*.
Provincia di Pisa – Assessorato all'Ambiente – Ministero dell'Ambiente (2003).
- LAZZAROTTO A. & LIOTTA D. (1994) – Università degli studi di Camerino: Studi Geologici Camerti – Studi preliminari all'acquisizione del profilo CROP 18 Larderello–Monte Amiata. Volume speciale stampato con il contributo di AGIP – CNR – ENEL.
- Autori vari (1987) – LA NATURA E LA CULTURA: Guida al territorio dell'Alta Val di Cecina, a cura della Comunità Montana della Val di Cecina. Ed. PACINI – Pisa, Novembre 1987.
- COMUNITÀ MONTANA ALTA VAL DI CECINA (2003) – Carta dei GEOSITI dell'Alta Val di Cecina – scala 1:50.000. Ed. SELCA, FIRENZE, 2003.
- MAZZANTI R., P. SQUARCI, L. TAFFI (1963) - Geologia della zona di Montecatini Val di Cecina - Boll. Soc. Geol. It. , 82(2); *(con annessa Carta Geologica scala 1:25.000)*.
- LAZZAROTTO A. & MAZZANTI R. (1978) – Geologia dell'Alta Val di Cecina - Boll. Soc. Geol. It., 95 (1976), pagg. 1365-1487; *(con annessa Carta Geologica scala 1:25.000)*.
- AA.VV. (2002) – – NOTE ILLUSTRATIVE della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 – Foglio 306 Massa Marittima.;
- AA.VV (2002) – – NOTE ILLUSTRATIVE della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 – Foglio 295 Pomarance.
- SARTI G. – TESTA G. (1994) – Studio geologico-stratigrafico della successione Tortoniana superiore – Pliocenica del margine occidentale del bacino di Volterra (Pisa). Mem. Descr. Carta Geol. D'It., vol. XLIX – pagg. 189-228.
- SANDRELLI F., AQUÈ R., CAPEZZUOLI E.. (2003) – Note illustrative della Carta Geologica della Provincia di Pisa - Sezioni CTR: Monteverdi M.^{mo} (306010) - Canneto (295130) - Castagneto Carducci (305040) - Bolgheri (294160) – Sassetta (305080) - Lustignano (306020), ecc.
- AQUÈ R., CAPEZZUOLI E.. (2000) – Carta geologica della Provincia di Pisa - scala 1:10.000 –

Sezioni C.T.R.: Pomarance sud (295110) - Serrazzano (295140) – Sassa (295090), ecc.

- CECCHIELLA A. & PINNA M. – LE COLLINE PISANE E LA VAL DI CECINA Studio economico e territoriale – Centro studi economico finanziari – Pisa, 1993.
- PILLA L. (1846) – Istoria del tremuoto che ha devastato i paesi della costa toscana il dì 14 agosto 1846 – Ed. Vannucchi, Pisa.
- SAVI P. (1846) – Relazione dei fenomeni presentati dai terremoti di Toscana dell'agosto 1846 – Tipografia Nistri, Pisa.
- CALAMAI L. (1846) – Osservazioni sugli effetti prodotti dal terremoto dato in Toscana nell'agosto 1846 – Stamperia sulle Logge del grano – Firenze.
- BARATTA M. (1901) – I terremoti d'Italia – Edizioni Fratelli Bocca – Torino.
- COCCIA F. (1982) – Attività sismica in Toscana durante il cinquantennio 1930-1980 – Edizioni del palazzo, Prato.
- AA.VV. C.N.R. (1983) – Progetto finalizzato “Geodinamica” – Indagini di microzonazione sismica in 39 Comuni, ecc. – Pubbl. n. 402 ed altre.
- BOCCALETTI M. ed altri (1977) – Nuovi allineamenti strutturali da immagini Landsat e rapporti con l'attività sismica degli Appennini – Boll. Soc. Geol. It., vol. 96, fasc. 5-6.
- BORTOLOTTI (1966) – La tettonica trasversale dell'Appennino. I: La linea LIVORNO-SILLARO. Boll. Soc. It., 1985.
- Tabone N. & Zerboni D. (1997) – La sismicità nella Val di Cecina – Università di Firenze – Tesina inedita Corso di Geologia applicata e idrogeologia per Architetti (Prof. C.A. Garzonio).
- SALUTINI A. (1979) – Gli acquedotti della Provincia di Pisa – Amm/ne Prov/le Pisa.
- AA.VV. (1971) – LA TOSCANA MERIDIONALE: Fondamenti geologico-minerari per una prospettiva di valorizzazione delle risorse naturali – Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, vol. XXVII - Fascicolo speciale.
- 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.
- BERTANI R. & CAPPETTI G. 1995 – Numerical simulation of the Monteverdi zone – Western border of the Larderello Geothermal field; 1995 IGA World Geothermal Congress – pp 1735.
- FRANCESCHINI F. 1994 – “Larderello plutono-metamorphic core complex”: metamorfismo regionale ercinico di bassa pressione o metamorfismo di contatto plio-quadernario?; Studi Geologici Camerti, Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 18 Larderello – M.te Amiata volume speciale 1994/1 – pp 113.

- MUTI A.et Alii 2006 – “Le sorgenti fredde dei Monti della Gherardesca (bacino del Fiume Cornia, Toscana meridionale): idrogeologia e geochimica . Il Progetto Boremed” – Acque Sotterranee fascicolo n.104.
- PENNISI M. & MUTI A. 2008 –Contaminazioni in boro della risorsa idrica – L’Acqua fascicolo n.1/2008.

12 Aprile 2008.

GEOL. SERGIO CROCETTI

GEOL. LARI GIANCARLO

RINGRAZIAMENTI

Desideriamo ringraziare in primo luogo l’ex Sindaco Leo Biondi e l’ex Assessore Cassarri del Comune di Monteverdi per la fiducia dimostrataci nell’affidarci il prestigioso incarico dello Studio geologico di supporto al Piano Strutturale, il Sindaco Carlo Giannoni e gli attuali Amministratori per averci confermato tale fiducia, i geometri G. Senesi, L. Soriani e l’architetto M.E. Pirrone dirigenti dell’Ufficio Tecnico del Comune, per la collaborazione fornita.

Si ringraziano inoltre i tecnici dell'A.S.A. Spa, della Provincia di Pisa, dell'U.R.T.T. di Pisa, dell'ENEL ed i colleghi e le persone che hanno contribuito a reperire o fornire indicazioni e/o suggerimenti per la miglior riuscita del lavoro.

Ringraziamo infine i nostri abituali collaboratori di studio per il prezioso ed insostituibile lavoro effettuato, in particolare la Dott.ssa Federica Tani ed il Dr. Mirco Franceschi, per il contributo prestato a livello informatico.