

# UNIONE DI COMUNI MONTANA “COLLINE METALLIFERE”

Provincia di Grosseto



## Piano Strutturale Intercomunale

### RELAZIONE GEOLOGICA ILLUSTRATIVA AI SENSI DEL D.P.G.R. 5/R/2020

IL PRESIDENTE DELL'UNIONE DI COMUNI  
SINDACO E ASSESSORE ALL'URBANISTICA  
DEL COMUNE DI MASSA MARITTIMA

MARCELLO GIUNTINI

IL SINDACO E ASSESSORE ALL'URBANISTICA  
DEL COMUNE DI MONTEROTONDO M.MO

GIACOMO TERMINE

IL SINDACO E ASSESSORE ALL'URBANISTICA  
DEL COMUNE DI MONTIERI

NICOLA VERRUZZI

IL PROGETTISTA DI PIANO  
E RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

DOTT. ING. ANTONIO GUERRINI

#### STUDIO ED INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

DR. GEOL. FABRIZIO FANCIULLETTI  
DR. ARCH. LUCIA MACII  
DR. GEOL. LORENZO FANCIULLETTI  
DR. CHIM. SARA FANCIULLETTI  
DR. CLAUDIO PETRONI



## Sommario

0. Premessa.....	5
1. Dati di base (Tav.G01).....	5
2. Inquadramento geologico strutturale (Tav.G02).....	9
2.1 Inquadramento geologico regionale.....	9
2.2 Assetto geologico strutturale locale: la Toscana meridionale.....	10
2.3 Assetto stratigrafico.....	11
3. Geomorfologia (Tav.G03).....	24
3.1 Lineamenti fisiografici principali.....	24
3.2 La Carta Geomorfologica (Tav.G03).....	25
3.3 Controllo di campagna dei depositi gravitativi relativi ai centri abitati principali.....	27
4. Assetto litologico tecnico (Tav.G04).....	33
5. Idrogeologia e permeabilità (Tav.G05).....	34
6. Morfologia e pendenze (Tav.G06).....	37
7. Frequenze fondamentali di risonanza dei depositi (Tav.G07).....	38
8. MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) (Tav.G08).....	38
9. Carte di pericolosità.....	45
9.1 Pericolosità geologica (Tav.G09).....	45
9.2 Pericolosità sismica (Tav.G10).....	47
9.2.1 Sismicità locale.....	47
9.3 Pericolosità idraulica (Tav.G11).....	51
10. Vulnerabilità delle falde (Tav.G12).....	54
APPENDICE.....	56



## 0. Premessa

Il presente studio sintetizza i risultati delle indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale Intercomunale delle Colline Metallifere, comuni di Massa Marittima, Monterotondo Marittimo e Montieri, in Provincia di Grosseto.

Lo studio è redatto in ottemperanza al D.P.G.R. 5/R/2020, allegato A. La presente relazione è parte integrante degli elaborati cartografici allegati al quadro conoscitivo di seguito elencati:

- TAV. G01 Carta dei Dati di Base (scala 1:10000)
- TAV. G02 Carta Geologico Strutturale (scala 1:10000)
- TAV. G03 Carta Geomorfologica (scala 1:10000)
- TAV. G04 Carta Litotecnica (scala 1:10000)
- TAV. G05 Carta della Permeabilità (scala 1:10000)
- TAV. G06 Carta delle Pendenze (scala 1:10000)
- TAV. G07 Carta delle Frequenze fondamentali di risonanza dei depositi (scala 1:5000 - 1:10000)
- TAV. G08 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica MOPS (scala 1:5000)
- TAV. G09 Carta della Pericolosità Geologica (scala 1:10000)
- TAV. G10 Carta della Pericolosità Sismica (scala 1:5000)
- TAV. G11 Carta della Pericolosità Idraulica (scala 1:10000)
- TAV. G12 Carta della Vulnerabilità delle Falde (scala 1:10000)

Si precisa in questa sede che i Comuni interessati dallo Studio ricadono in classe di sismicità 3, in base a quanto previsto dalla OPCM 3519/2006 e recepito dalla DGRT 421/2014.

Il presente studio recepisce ed integra i dati disponibili per il territorio intercomunale, ed in particolare si fa presente quanto segue:

- La cartografia topografica di base, utilizzata per la redazione degli elaborati, è costituita dalla CTR alla scala 1:10000 della Regione Toscana;
- Il dato altimetrico, utilizzato nelle elaborazioni, è costituito dal DTM (Risoluzione a terra 10m) della Regione Toscana;
- I dati geologici e geomorfologici fanno riferimento al DataBase Geologico e Geomorfologico della Regione Toscana, opportunamente integrati mediante verifiche dirette;
- La definizione delle pericolosità tiene conto del quadro proposto dagli strumenti sovraordinati Appennino Settentrionale (PAI frane Toscana Costa - Valdarno Inferiore e Costa, PGRA), opportunamente integrato ed aggiornato.

## 1. Dati di base (Tav.G01)

Nella Tavola 01 sono ubicate sia le indagini geologico-tecniche (*puntuali*) che le indagini geofisiche (*puntuali e lineari*) eseguite nel territorio dei Comuni di Massa Marittima, Montieri e Monterotondo Marittimo dagli anni 1990 ad oggi.

I dati sono stati acquisiti sia da lavori di proprietà dell'Amministrazione Comunale che da lavori originali eseguiti dai professionisti geologi.

Di seguito si riporta l'elenco delle indagini rappresentate in carta. I lavori contenenti le risultanze delle indagini sopra descritte, sono in possesso della Pubblica Amministrazione e dei competenti organi di controllo.

## INDAGINI PUNTUALI

### Indagine di sismica passiva HVSR

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
HV1 – HV19	Variante Urbanistica - Il Tesoro - Valpiana	2017
HV20 – HV21	Muro Cimitero - Monterotondo M.mo	2017
HV22 – HV27	Variante Urbanistica - “Briar Pipes” - Massa M.ma	2017
HV28 – HV30	Lesioni fabbricato - Avellini - Massa Marittima	2018
HV31 – HV33	Variante Urb. - Campo al Ciotolo - Monterotondo M.mo	2018
HV34 – HV37	Ex asilo S.Lino - Monterotondo M.mo	2018
HV38 – HV46	PSI Massa Marittima - Montieri - Monterotondo Marittimo	2018
HV47 – HV51	Dissesto Podere Lame - Gerfalco, Montieri	2018
HV52 - HV115	PSI Massa Marittima - Montieri - Monterotondo Marittimo	2018 - 2019

### Indagine di sismica attiva Down Hole

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
DH1	Messa in sicurezza sismica scuole medie - Monterotondo M.mo	2017
DH2	Messa in sicurezza sismica scuole materne - Monterotondo M.mo	2017

### Penetrometria dinamica media (M=30Kg)

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
DM1 – DM3	Ristrutturazione + Fossa Imhoff - La Seigià - Cura Nuova	2007
DM4 – DM8	Ampliamento Cimitero - Massa Marittima	1997
DM9	Ex Cimitero - Montieri	2013
DM10 – DM13	Invaso Piazzì - M.Santa Croce - Monterotondo M.mo	2012
DM14 – DM15	Invaso GeoOrto GreenTech - Lago boracifero - Monterotondo M.mo	2018
DM16 – DM17	Passerella Mura storiche - Massa Marittima	2015
DM18 – DM19	Ampliamento immobile - Tatti	2017

### Penetrometria dinamica superpesante (M=63.5Kg)

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
DPSH1 - DPSH5	Tettoia + Mangiatoia Pracht - Frassine	2010
DPSH6 - DPSH7	Ristrutturazione Ballerini - Massa Marittima	2011
DPSH8 - DPSH10	Ristrutt. Ferrari - Pod.Carbolino - Monterotondo M.mo	2011
DPSH11 - DPSH12	Ampliamento Cimitero - Massa Marittima	2010
DPSH13	Dissesto versante mattatoio - CGT - Massa Marittima	2010
DPSH14 - DPSH15	Rete Gas “Toscana Energia” - Niccioleta	2010
DPSH16 - DPSH18	PIP Carboli - Monterotondo M.mo	2015
DPSH19 - DPSH23	PIP Area Dn3 Carboli - Monterotondo M.mo	2009
DPSH24	Muro Cimitero - Monterotondo M.mo	2017
DPSH25 - DPSH30	Ampliamento Cimitero - Massa Marittima	2015 - 2016
DPSH31	Demolizione fabbricato - Ing.Rossi - Massa Marittima	2012

### Sondaggio meccanico con escavatore

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
Sg1 - Sg3	Ristrutturazione + Fossa Imhoff - La Seigià - Cura Nuova	2007
Sg4 - Sg6	Variante Urb. - Campo al Ciotolo - Monterotondo M.mo	2018
Sg7	Ristrutturazione + Fossa Imhoff - Pod.Acquarello - Massa M.ma	2016

### Sondaggio a carotaggio continuo

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
S1	Pozzo antincendio Magrone - Valpiana	1990
S2	Solemme - Carboli - Monterotondo M.mo	2011
S3 - S10	PIP Area Dn3 Carboli - Monterotondo M.mo	2009

### Sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campione

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
Sc1 - Sc3	Impianto stoccaggio provvisorio CO.S.EC.A - Valpiana	1994

Sc4	Ampliamento - Geol.Orlandini - Massa Marittima	2009
Sc5 - Sc17	Arcadis - Bonifiche Syndial	2010
Sc18 - Sc21	Georisorse - Geoenvironmental - Cicalino	2004
Sc22 - Sc23	Caratterizzazione ambientale - Magrone	1994
Sc26 - Sc29	Studio geotecnico scuole medie - Monterotondo M.mo	2006
Sc30 - Sc32	Studio geotecnico scuole materne - Monterotondo M.mo	1999
Sc34 - Sc35	Variante Urb. - Campo al Ciotolo - Monterotondo M.mo	2018
Sc36	Lesioni fabbricato - Schiavinato - Monterotondo M.mo	2018
Sc37	Dissesto Podere Lama - Gerfalco, Montieri	2018
Sc39	Realizzazione cantina - Il Tesoro - Valpiana	2015
Sc40 - Sc42	Realizzazione invaso + annessi agricoli - Il Tesoro - Valpiana	2015
Sc43 - Sc44	Ampliamento cantina - Bicocchi - Valpiana	2017

#### **Sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campione, attrezzato con canna inclinometrica**

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
Scin1 - Scinc2	Dissesto versante mattatoio - CGT - Massa Marittima	2004

#### **Sondaggio a carotaggio continuo, attrezzato a piezometro**

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
Sp1 - Sp2	Georisorse - Geoenvironmental - Cicalino	2009
Sp3 - Sp4	Dissesto versante mattatoio - CGT - Massa Marittima	2004 - 2015
Sp5 - Sp6	Muro Cimitero - Monterotondo M.mo	2017
Sp7	Variante Urb. - Campo al Ciotolo - Monterotondo M.mo	2018
Sp8	Dissesto Podere Lama - Gerfalco, Montieri	2018

#### **Sondaggio a carotaggio continuo, attrezzato per Down Hole**

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
Sdh1	Messa in sicurezza sismica scuole medie - Monterotondo M.mo	2017
Sdh2	Messa in sicurezza sismica scuole materne - Monterotondo M.mo	2017

#### **Sondaggio a distruzione di nucleo, attrezzato a piezometro**

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
Snp1 - Snp2	Georisorse - Geoenvironmental - Cicalino	2009
Snp3 - Snp4	Dissesto versante mattatoio - CGT - Massa Marittima	2004

#### **Sondaggio a distruzione di nucleo, attrezzato con canna inclinometrica**

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
Sninc1 - Sninc2	Dissesto versante mattatoio - CGT - Massa Marittima	2015

## **INDAGINI LINEARI**

#### **Elettrotomografia**

Nome in Tav.01	Descrizione - Località	Anno
ERT1 - ERT3	Dive System - Valpiana	2005
ERT4	Pozzo Lelli - Aronne	2007
ERT5 - ERT9	Georisorse - Geoenvironmental - Cicalino	2009
ERT10	Studio per lesioni immobile sito in via Boito - Massa M.ma	2010
ERT11	Studio per lesioni immobile sito in via Rossini - Massa M.ma	2010
ERT12 - ERT13	Pozzo Tosi - Capanne	2004
ERT14 - ERT15	Studio Frana loc.Filetto - Niccioleta	2010
ERT16	PIP Carboli - Monterotondo M.mo	2015
ERT17 - ERT21	Realizzazione cantina - Bicocchi - Valpiana	2004
ERT22 - ERT23	Ricerca idrica - Il Tesoro - Valpiana	2016
ERT24 - ERT26	Realizzazione invaso + annessi agricoli - Il Tesoro - Valpiana	2015
ERT27	Ampliamento Cimitero - Massa Marittima	2015

### **Indagine sismica con metodologia MASW**

<i>Nome in Tav.01</i>	<i>Descrizione - Località</i>	<i>Anno</i>
MW1	Tettoia + Mangiatoia Pracht - Frassine	2010
MW2	Ristrutturazione Ballerini - Massa Marittima	2011
MW3	Ristrutt. Ferrari - Pod.Carbolino - Monterotondo M.mo	2011
MW4	Ampliamento Cimitero - Massa Marittima	2010
MW5 - MW9	Arcadis - Bonifiche Syndial	2010
MW10 - MW11	Dissesto versante mattatoio - CGT - Massa Marittima	2010 - 2015
MW12	Rete Gas "Toscana Energia" - Niccioleta	2010
MW13 - MW14	PIP Carboli - Monterotondo M.mo	2015
MW15	Ex Cimitero - Montieri	2013
MW16	Muro Cimitero - Monterotondo M.mo	2017
MW17 - MW18	Variante Urb. - Campo al Ciotolo - Monterotondo M.mo	2018
MW19	Classificazione sismica Piazzini - Monterotondo M.mo	2014
MW20	Invaso GeoOrto GT - Lago boracifero - Monterotondo M.mo	2018
MW21	Passerella Mura storiche - Massa Marittima	2015
MW22	Realizzazione cantina - Il Tesoro - Valpiana	2015
MW23	Realizzazione invaso + annessi agricoli - Il Tesoro - Valpiana	2015
MW24	Ampliamento cantina - Bicocchi - Valpiana	2017
MW25	Ristrutturazione+Fossa Imhoff- Pod.Acquarello-Massa M.ma	2016
MW26	Ampliamento immobile - Tatti	2017
MW27	Ampliamento Piscina - "La Siegià" Resort	2019

### **Sismica a rifrazione in onde P**

<i>Nome in Tav.01</i>	<i>Descrizione - Località</i>	<i>Anno</i>
SrP1 - SrP2	Dive System - Valpiana	2005
SrP3 - SrP9	PSI Massa Marittima - Montieri - Monterotondo Marittimo	2018
SrP10 - SrP20	Arcadis - Bonifiche Syndial	2010
SrP21 - SrP24	Studio per lesioni immobile sito in via Verdi - Massa M.ma	2010
SrP25	Studio Frana loc.Filetto - Niccioleta	2010
SrP26 - SrP28	Lesioni fabbricato - Avellini - Massa Marittima	2018
SrP29 - SrP30	Variante Urb. - Campo al Ciotolo - Monterotondo M.mo	2018
SrP31 - SrP32	Dissesto Podere Lama - Gerfalco, Montieri	2018
SrP33 - SrP34	Dissesto Strada Lama - Travale, Montieri	2014
SrP35 - SrP42	PSI Massa Marittima - Montieri - Monterotondo Marittimo	2018 - 2019

### **Sismica a rifrazione in onde P ed Sh**

<i>Nome in Tav.01</i>	<i>Descrizione - Località</i>	<i>Anno</i>
SrPSh1 - SrPSh2	Solemme - Carboli - Monterotondo M.mo	2010
SrPSh 3	Ex asilo S.Lino - Monterotondo M.mo	2018
SrPSh 4	Lesioni fabbricato - Schiavinato - Monterotondo M.mo	2018
SrPSh 5	Dissesto Podere Lama - Gerfalco, Montieri	2018

## 2. Inquadramento geologico strutturale (Tav.G02)

La carta geologico-strutturale del territorio intercomunale è stata realizzata integrando i dati relativi al *DB geologico* della Regione Toscana, aggiornati al Novembre 2018, con la cartografia del progetto *CARG*.

La cartografia tematica è stata redatta mettendo in evidenza le strutture del substrato geologico, rimandando la rappresentazione delle coperture detritiche e dei depositi franosi alla carta geomorfologica. Questa scelta è basata sulla volontà di rendere più leggibile ed interpretabile la cartografia geologica, per meglio comprendere la struttura profonda del territorio studiato.

### 2.1 Inquadramento geologico regionale

L'area di studio si inserisce nel contesto geologico strutturale e tettonico dell'Appennino Settentrionale.

La storia evolutiva dell'Appennino settentrionale e l'assetto geologico che ne risulta, in cui si inserisce la Toscana meridionale, è un argomento che, almeno nei tratti essenziali, viene riconosciuto e condiviso nella letteratura geologica.

L'Appennino Settentrionale è una catena collisionale formata a seguito dello scontro fra la placca Sardo-Europea e la microplacca Adria (Boccaletti et al. 1971) (coinvolte nello scontro fra le grandi placche Eurasiatica ed Africana). Esso è costituito da unità tettoniche appartenenti a tre domini principali: il dominio oceanico Ligure-Piemontese rappresentato dalle successioni delle Unità Liguri Interne; il dominio di transizione oceano-continente, rappresentato dalle sequenze delle Unità Liguri Esterne e Sub-Liguri; il dominio di margine continentale (della placca Adria) che caratterizza le successioni delle Unità Toscane (Falda Toscana ed Unità Toscane Metamorfiche) e le unità del dominio Umbro-Marchigiano.

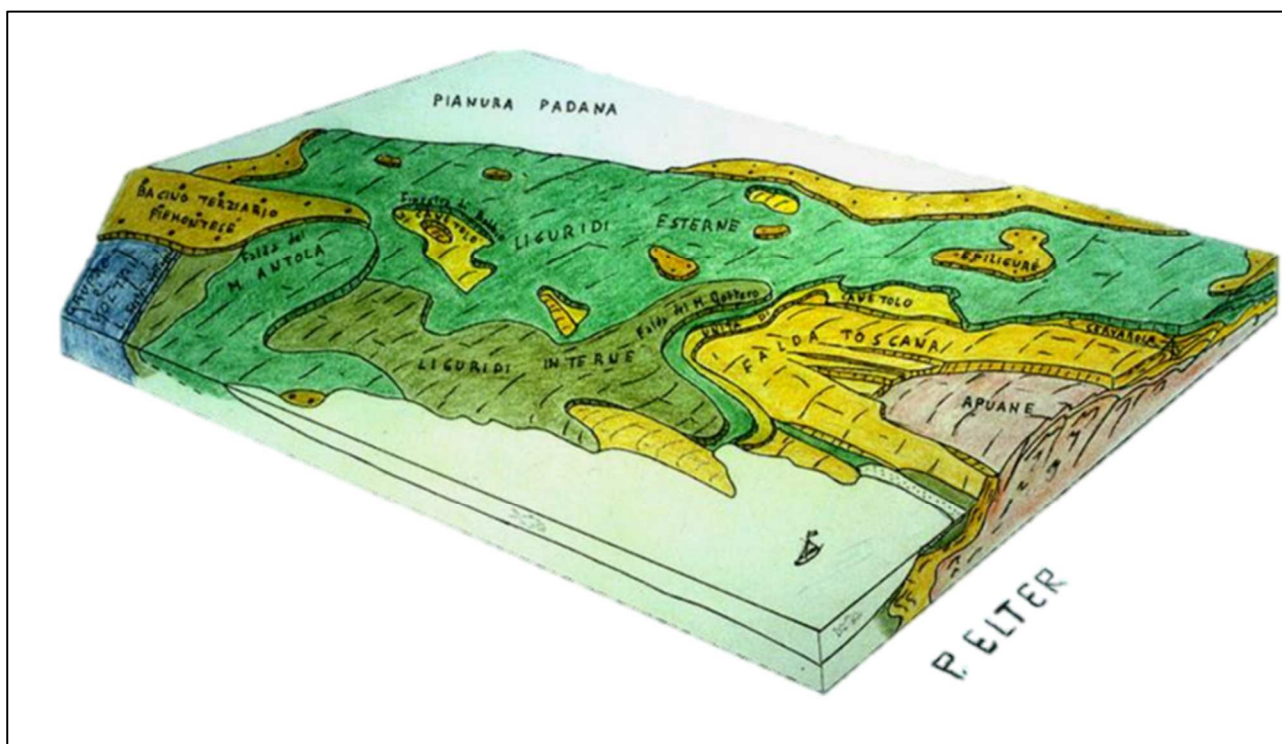


Figura 1 - Inquadramento geologico regionale: block diagram tratto da Elter 1994 che mostra i rapporti fra le varie unità tettoniche in Appennino settentrionale.

Ad una prima fase di subduzione di crosta oceanica sotto crosta continentale (iniziata nel Cretaceo inf. ed esaurita nell'Eocene med.), è seguita una fase di collisione continentale (sviluppata dall'Eocene med. al Miocene sup.) che ha visto l'instaurarsi di una tettonica compressiva generale, sviluppata tramite i grandi accavallamenti e faglie inverse della zona di fold and thrust belt della catena ed accompagnata da una tettonica estensionale che si sviluppa nelle porzioni di retroarco, con la formazione e lo sviluppo di bacini

estensionali marini e continentali (Bacino Balearico, Tirrenico e Toscana Meridionale). Le strutture estensionali ed i bacini sedimentari associati, sono attive dal Miocene inferiore-medio (Jolivet et al., 1994, Carmignani et al., 1995, Brunet et al., 2000) e la loro attività sta migrando progressivamente verso est insieme al sistema fronte di catena-avanfossa. La catena appenninica ha visto poi, nella sua storia più recente, la deposizione di sedimenti e rocce sedimentarie che presentano varie relazioni con le strutture tettoniche sopra citate.

## **2.2 Assetto geologico strutturale locale: la Toscana meridionale**

L'assetto geologico e tettonico relativo alla Toscana meridionale, se pur molto ricco di dati e lavori dedicati, costituisce ancora ad oggi un argomento molto dibattuto. Il motivo delle difficoltà di convergenza tra i modelli geologici proposti dai vari autori, risiede nelle complicazioni strutturali relative a quest'area ed alle difficili (spesso pessime) condizioni di affioramento delle unità litostratigrafiche.

L'assetto strutturale attuale della Toscana Meridionale è dominato dalle deformazioni legate alla tettonica distensiva post-collisionale che nel Neogene e nel Quaternario ha determinato il collasso e lo smembramento di questo ampio settore della catena nord-appenninica. Recenti studi sul Tirreno settentrionale e sui depositi epiliguri della Toscana Meridionale pongono l'inizio degli eventi deformativi in regime di distensione alla fine del Miocene inferiore (Carmignani *et alii*, 1994; Elter & Sandrelli, 1995). A partire da questo momento sono stati distinti nella Toscana Meridionale due diversi eventi distensivi (Bertini *et alii*, 1991). Durante il primo evento, riferito ad un intervallo di tempo compreso fra il Miocene inferiore ed il Tortoniano superiore, si è verificata una delaminazione della crosta superiore ad opera di faglie dirette a basso angolo e a geometria complessa (Decandia *et alii*, 1993); ne è derivata una situazione geometrica molto caratteristica, nota con il nome di "serie ridotta", che consiste nella elisione di forti spessori di successione stratigrafica e nella diretta ed anomala sovrapposizione delle unità liguri sulla formazione anidritica triassica o addirittura sui termini superiori dell'Unità di Monticiano-Roccastrada. Durante il secondo evento, che è riferito ad un intervallo di tempo compreso fra il Tortoniano superiore ed il Pleistocene medio, si sono sviluppate faglie a geometria listrica che hanno dato origine ad un sistema di fosse tettoniche, subparallele, allungate in direzione NW-SE, la cui apertura non si è verificata contemporaneamente ma è proceduta gradualmente da occidente ad oriente (Costantini *et alii*, 1995 *cum bibl.*).

Nella Toscana Meridionale esiste un'ampia documentazione che attesta che l'evoluzione sedimentaria neogenico-quaternaria è stata in gran parte condizionata da movimenti verticali della crosta, indotti dalla tettonica distensiva postcollisionale, con conseguenti variazioni relative del livello del mare (Bossio *et alii*, 1993). In aggiunta a quanto sopra, occorre ricordare che, agli eventi estensionali registrati in Toscana meridionale, si associa anche la messa in posto di unità magmatiche. Queste unità comprendono rocce plutoniche, ipoabissali, subvulcaniche e vulcaniche di età decrescente da ovest verso est (Civetta et al. 1978).

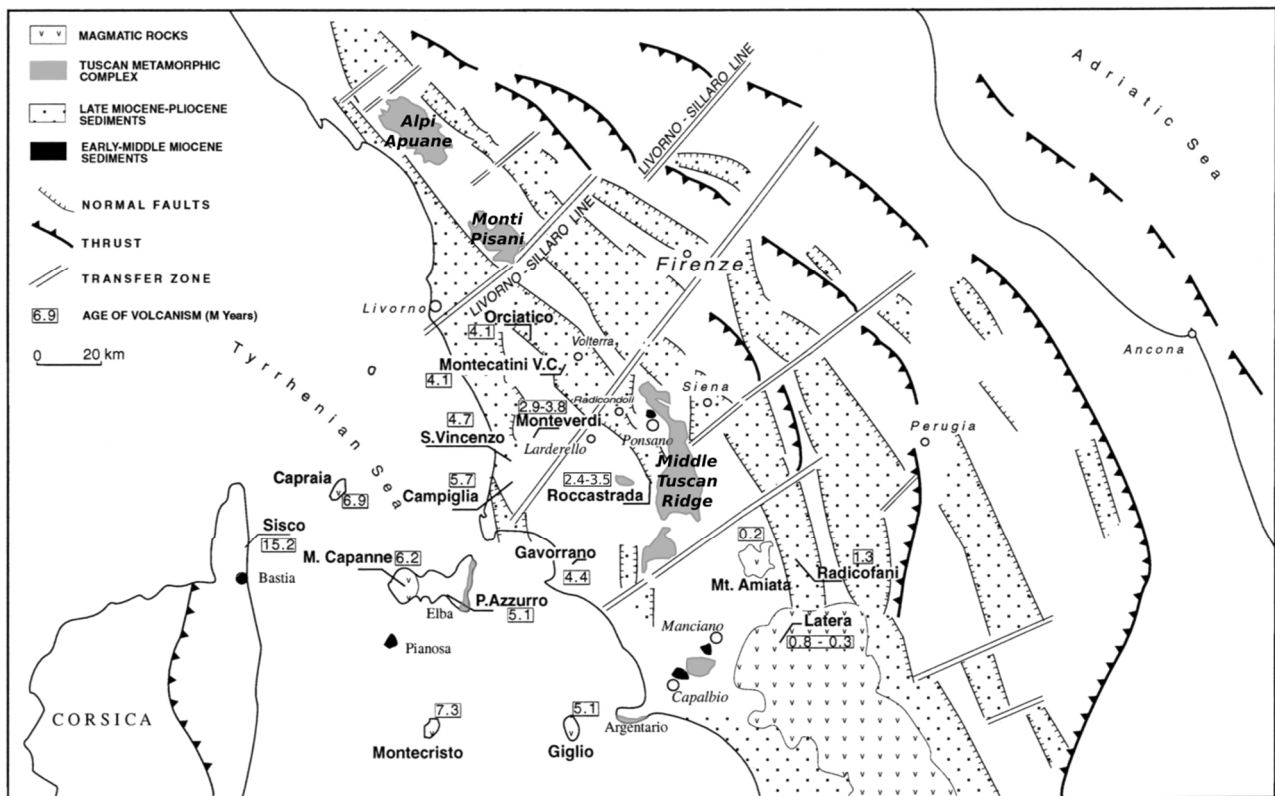


Figura 2 - Schema tettonico dell'appennino settentrionale (modificato da Decandia et al., 2001)

### 2.3 Assetto stratigrafico

Di seguito sono descritte le unità litostratigrafiche rappresentate in tav. 02, dall'alto verso il basso stratigrafico. Le descrizioni fanno riferimento a quanto riportato nelle note illustrative al foglio geologico 306 Massa Marittima (Costantini et al., 2009), nel *Continuum Geologico* della Regione Toscana e nelle legende originali d'autore delle cartografie CARG in scala 1:10000.

#### *Depositi Quaternari*

f1a - Travertini e calcari continentali.  
(Olocene)

b - Depositi alluvionali attuali: ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione con normali ordinari processi fluviali.  
(Olocene)

bna - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati: ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali.  
(Olocene)

e3a - Depositi palustri.  
(Olocene)

#### *Depositi del Pleistocene medio-superiore*

bnb - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati: ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali.  
(Olocene)

### *Depositi continentali Rusciniiani e Villafranchiani*

VILt - Travertini e calcari continentali: sono conosciuti nella letteratura geologica come *Travertini di Massa Marittima (TMM)* ed affiorano in corrispondenza di tagli naturali dove è possibile osservare le facies a cui essi sono riferibili:

- Facies stromatolitica, costituita da alghe che formavano tappeti o praterie (stromatoliti) le quali conferiscono alla roccia una marcata anisotropia planare a lamine più o meno ondulate;
- Facies fitoermale, nella quale risultano evidenti le strutture vegetali ancora in posizione di crescita, per cui le incrostazioni più comuni sono “tubiformi” da verticali ad oblique;
- Facies fitoclastica, costituita invece da steli erbacei, alghe e fusti di piante incrostati, rimossi dalla originaria posizione ed accumulati a breve o brevissima distanza, assumendo in tal modo una disposizione caotica. I bioclasti talvolta sono ben evidenti e la roccia presenta un’elevata porosità. Altre volte i processi di rideposizione della calcite sono stati così ingenti da occludere completamente i pori.

Lo spessore di questa formazione è variabile nei diversi affioramenti. Il valore massimo lo assume in corrispondenza delle aree di Massa Marittima e di Perolla, dove raggiunge i 70 m.

*(Rusciniiano - Villafranchiano)*

VILh - Limi argilloso-sabbiosi ed argille sabbiose: sono conosciute in letteratura geologica come *Argille sabbiose di Pod. Bellavista (PBL)* ed affiorano circa 3 km ad est di Massa Marittima, nei pressi del podere omonimo. Si ritrovano inoltre in due limitati affioramenti ubicati vicino all’abitato di Massa Marittima e nell’area del Monte Arsentì. L’unità è rappresentata da argille sabbiose, talora con livelletti di ciottoli minuti (1-2 cm). A questo litotipo sono associate, molto subordinatamente, sabbie argillose giallo-rossastre e livelli lenticolari di conglomerato ben cementato con ciottoli di dimensioni da 2 a 15 cm. Lo spessore delle Argille sabbiose di Pod. Bellavista è intorno ai 25 m.

*(Rusciniiano - Villafranchiano)*

VILe - Sabbie e conglomerati: comprendono le unità conosciute in letteratura con i nomi di *Sabbie e ciottolami di Pod. Belvedere (BED)*, *Subsintema (PC3) del Fiume Pecora*, i primi affioranti nella zona di Vivoli ed i secondi nei pressi dell’omonimo podere e del Piano del Gabellino (Prata). Si tratta, in entrambe i casi, di depositi di conoide (alluvial fan), costituiti da ciottoli di composizione monogenica quarzo-arenitica nel caso della zona del Vivoli, e da clasti derivanti da rocce ricche in silice (calcari silicizzati, radiolariti, arenarie quarzoso-feldspatiche provenienti dal Macigno, arenarie delle Argille a palombini, quarziti) negli altri casi. Gli spessori sono compresi fra 10 e 15 metri ed i contatti di base sono sempre discordanti.

*(Rusciniiano - Villafranchiano)*

VILd - Calcari: sono conosciuti in letteratura geologica come *Calcari ed argille del fosso Zanca (FZA)* ed affiorano per limitata estensione lungo il *talweg* del Fosso Zanca. Sotto la denominazione formazionale vengono accorpate diverse litofacies che a partire dall’alto stratigrafico sono:

- a) sottili alternanze di sabbie calcaree giallastre, argille e calcari detritici giallastri con Gasteropodi d’acqua dolce;
- b) argille con Gasteropodi d’acqua dolce e sabbie calcaree listate;
- c) calcari con Gasteropodi e resti di vegetali;
- d) calcari arenacei friabili.

Lo spessore totale dell’unità, di ambiente lacustre, è stimabile nell’ordine dei 15-20 metri.

*(Rusciniiano - Villafranchiano)*

VILc - Argille e argille sabbiose lignitifere lacustri e fluvio-lacustri: corrisponde al *Subsintema (BR4) del Fiume Bruna*, affiorante unicamente presso Campo della Fornace e costituito da argille biancastre di origine lacustre.

*(Rusciniiano - Villafranchiano)*

VILb - Sabbie, sabbie ciottolose, sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi: comprendono le unità conosciute in letteratura come *Sabbie calcaree e travertini del Fiume Pecora (FTP)*, *Subsintema (PC1) del Fiume Pecora*, *Sabbie argillose e ciottolami della Ghirlanda (GRL)*, *Sabbie arrossate con silt e ciottoli - Subsintemi (BR2 e BR3) del Fiume Bruna*. Si tratta di depositi alluvionali e di ambiente palustre. legati

ai paleocorsi d'acqua del Fiume Pecora, Bruna e Carsia ed affiorano nelle paleovalli di tali corsi d'acqua. Le granulometrie sono quelle caratteristiche dei depositi alluvionali, con particolarità locali quali la presenza di abbondanti depositi travertinosi per il F. Pecora e la presenza di sabbie arrossate per i subsistemi dei fiumi Carsia-Bruna.

(Rusciniano - Villafranchiano)

VILa - Conglomerati e ciottolami poligenici: corrispondono all'unità nota in letteratura come *Subsistema (PC2) del Fiume Pecora* ed affiorano in corrispondenza di Cura Nuova ed in prossimità del Pod. Santa Laura. Si tratta di depositi di paleovalle composti da clasti quarzo-arenitici monogenici spigolosi in matrice sabbioso-limosa ocrea in percentuali di 50% sabbia fine e 50% limo.

(Rusciniano - Villafranchiano)

### ***Depositi marini pliocenici***

PLIs - Sabbie e arenarie gialle: corrispondono alle formazioni note in letteratura come *Sabbie di San Vivaldo (SVV)* e *Formazione di San Dalmazio (SDA)* e sono presenti, con i più estesi affioramenti, a NO di Montebamboli ed in altre zone al margine del bacino pliocenico di Lustignano. Il litotipo principale è rappresentato da sabbie argillose e da sabbie, di colore giallo in alterazione e grigio chiaro in sezione fresca, con rari ciottoli immersi nella massa sabbiosa. Subordinatamente compaiono conglomerati, facenti parte di corpi lenticolari, i cui ciottoli provengono dal substrato pre-neogenico ed hanno dimensioni variabili da 1 cm a 15 cm. Associate ai conglomerati si ritrovano anche arenarie grossolane cementate. Lo spessore di questa formazione è di almeno 150 m nella zona di Montebamboli, molto più ridotto e variabile nelle altre zone. Presenta rapporti eteropici sia con i *Conglomerati di Gambassi Terme (GAM - PLIb)* sia con le *Argille Azzurre (FAA)*.

(Zanclano - Piacenziano)

FAA - Argille Azzurre: affiorano per lo più nel Bacino di Lustignano e in corrispondenza di più limitati affioramenti nelle aree di Montebamboli e di Perolla. Questa unità è prevalentemente costituita da argilla, talvolta sabbiosa, di colore grigio chiaro, contenente spesso frequenti cristalli di gesso, frustoli carboniosi e comuni macrofossili (fra questi prevale *Turritella*). Nel Bacino di Lustignano, ad O di Poggio Pelato, nella porzione stratigraficamente più bassa della formazione, affiorano alternanze di strati calcarenitici ed argille. Le calcareniti sono per lo più a grana grossa e talvolta sono sostituite da conglomerati. Nell'area di Montebamboli compaiono al suo interno lenti di conglomerato e di sabbie; quest'ultime sono grossolane, di colore giallo-ocra, contengono ciottoli di dimensioni inferiori a 2 cm e risultano suddivise in strati da 3 a 10 cm. Le Argille azzurre poggiano in continuità sulle *Sabbie di S. Vivaldo (SVV - PLIs)* e sui *Conglomerati di Gambassi Terme (GAM - PLIb)*; con queste ultime due formazioni è anche in rapporti eteropici. Lo spessore massimo della formazione è di circa 200 m. I contenuti qualitativi e quantitativi delle associazioni a Foraminiferi indicano batimetrie comprese tra la parte superiore della zona neritica interna e la porzione più profonda della zona neritica esterna.

(Zanclano - Piacenziano)

PLIb - Conglomerati marini poligenici: corrispondono alle unità note in letteratura come *Conglomerati di Gambassi Terme (GAM)*, *Conglomerati di Lago Boracifero (CLB)*, *Subsistema di Santa Teresa (CT1-CT2)*. L'unità affiora prevalentemente nel bacino di Lustignano e, meno estesamente, nella paleovalle del Torrente Zanca. Questa unità rappresenta il primo deposito trasgressivo pliocenico. Dal punto di vista litologico è composta da conglomerati e paraconglomerati ben cementati, moderatamente classati, di colore grigio-verde, nonché da microconglomerati, dello stesso colore, arenarie e sabbie. I ciottoli sono per lo più di calcari ed arenarie provenienti dalle liguridi e dalla Falda Toscana. Significativa è talvolta la presenza di ciottoli di eurite. A questi litotipi, decisamente prevalenti, si associano livelli di argille sabbiose grigie. Lo spessore di questa unità litostratigrafica è estremamente variabile, in ragione sia della geometria cuneiforme, connessa con la sua natura trasgressiva, sia dei frequenti rapporti eteropici che intercorrono con altre unità plioceniche. Il suo valore massimo si aggira sui 100 m. Verso le parti più distali del bacino si interdigitano con le *Sabbie di San Vivaldo (SVV - PLIs)* e con le *Argille azzurre (FAA)*. L'ambiente di deposizione varia da transizionale a marino con profondità sia modeste sia spinte fino alla zona neritica esterna, anche se mai molto elevate.

(Zanclano - Piacenziano)

### *Depositi lacustri e lagunari post-evaporitici messiniani*

MES - Depositi lacustri e lagunari post-evaporitici messiniani: il gruppo comprende diverse unità.

MESd) lenti di argille;  
(*Turoliano*)

MESb) Conglomerati poligenici: corrisponde alla formazione nota in letteratura come *Conglomerati di Montebamboli (BAM)*. La formazione affiora estesamente lungo una fascia larga una decina di chilometri che si estende dalla località Valpiana fino a Lustignano. La facies tipica risulta costituita da paraconglomerati non classati, per lo più disorganizzati, di colore rosso-arancio, con ciottoli eterometrici e sporadiche intercalazioni argilloso-sabbiose e argilloso-marnose. I ciottoli, in genere ben arrotondati e di dimensioni variabili da 1 a 40 cm, sono costituiti da litotipi derivanti dalle formazioni delle unità liguri (calcarei silicei tipo “palombino”, arenarie a grana finissima, diaspri) e, subordinatamente, da arenarie tipo “Macigno”. In alcune aree sono rinvenibili ciottoli di eurite. I ciottoli, immersi in una matrice sabbiosa e rossastra, talvolta presentano sulla loro superficie una patina di colore rosso ruggine, non così diffusa da potersi configurare come una caratteristica peculiare di tale unità litostratigrafica. Principalmente nella parte bassa della formazione si rinvengono, alternate ai banchi di conglomerato, sabbie di colore giallo-arancio o rosso, con ciottolotti sparsi o, più frequentemente, frammenti a spigoli vivi di arenarie fini o siltiti. Molto subordinatamente si rinvengono concrezioni carbonatiche di colore giallo, talvolta irregolarmente stratificate (paleosuoli?). L'unità comprende inoltre lenti di argille grigio-nocciola con ciottoli sparsi e lenti di conglomerati con matrice grigia. Lo spessore dell'unità è variabile; la maggiore potenza si raggiunge nella zona di Poggio Granchio e in quella del Poggio Casale con valori intorno ai 150 m. Il Conglomerato di Montebamboli sormonta, con contatto stratigrafico discordante, differenti formazioni preneogeniche ed è ricoperto dai depositi marini pliocenici. Le caratteristiche sedimentologiche unitamente all'assenza di fossili inducono a ritenere che la formazione si è deposta in ambiente continentale (fluviale o in alcuni casi, fluvio-lacustre);  
(*Turoliano*)

MESa) Breccie e conglomerati ad elementi di Calcere Cavernoso: corrisponde alla formazione nota in letteratura come *Breccie di Grotti (GRO)* ed affiora nelle aree di Niccioleta, Prata e Serrabottini. Essa è costituita da una breccia i cui elementi sono essenzialmente composti da calcari grigi a cellette e dolomie di colore grigio scuro, immersi entrambi in una matrice sabbiosa di colore bianco-giallastro; l'insieme è generalmente mal cementato o non cementato affatto. Talvolta figurano, come clasti, anche blocchi e frammenti di litotipi appartenenti alle liguridi l.s., al Calcere massiccio ed ai Calcari e marne a *Rhaetavicula contorta*. I clasti, per la maggior parte, sono a spigoli vivi, eterometrici e con dimensioni che vanno dalla decina di centimetri a 2-3 metri. Lo spessore della formazione è variabile da zona a zona; il valore più elevato è riscontrabile nella zona del M. Gai, a Nord di Niccioleta, dove raggiunge i 100 metri. La Breccia di Grotti giace sul substrato preneogenico, rappresentato dalle Argille a palombini, dalla Formazione anidritica di Burano-Calcere cavernoso, dai Calcari e marne a *Rhaetavicula contorta* e dalle Filladi e quarziti del Torrente Mersino; è a sua volta ricoperta dai depositi marini pliocenici. La formazione costituisce il prodotto di accumulo dei clasti derivanti prevalentemente dalla formazione del Calcere cavernoso. La forma e le dimensioni di tali clasti suggeriscono, in linea di massima, una modesta elaborazione ed uno scarso trasporto in ambiente continentale.  
(*Turoliano superiore*)

EMO - Argille e argille marnose con livelli e lenti di gesso: comprende le unità note in letteratura come *Argille e Gessi del Fiume Era Morta (EMO)* e *Argille della Marsiliana (AMS)*, delle quali solo le seconde affioranti nel territorio studiato. Le Argille della Marsiliana affiorano prevalentemente nell'area della fattoria omonima. La formazione è rappresentata prevalentemente da argille maculate grigie e gialle, debolmente sabbiose, talvolta varvate e marnose; al loro interno si rinvengono talora ciottoli sparsi, provenienti dalle formazioni liguri, e livelli di arenarie gradate, microconglomerati e calcari arenacei laminati. Nella vecchia miniera di Montebamboli, all'interno delle argille salmastre, si rinvengono noduli di gesso. Le Argille della Marsiliana presentano spessore variabile: sul margine

orientale degli affioramenti neogenici della località omonima è valutabile sui 100 m; su quello occidentale è senz'altro maggiore. L'analisi micropaleontologica ha rivelato un contenuto differenziato in senso verticale, rispecchiante ambienti deposizionali diversi: lacustre nei primi metri della successione seguito da uno lagunare con acqua a debole profondità e salinità, successivo al precedente ma sempre nella parte inferiore; marino nei soprastanti quaranta metri della successione ed infine lacustre ("lago mare") nella parte sommitale.

La formazione comprende due membri:

EMOg) Lenti di gesso

EMOb) Conglomerati con clasti di eurite

(*Turoliano*)

#### ***Depositi marini pre-evaporitici messiniani***

ROSb - Calcari e calciruditi: corrisponde all'unità nota in letteratura come *Calcari di Castelnuovo*, affiorante sottoforma di lenti. Dal punto di vista litologico l'unità è costituita da calcari, calcareniti e biocalciruditi di colore bianco. A questi si associano, molto subordinatamente, strati di calcareniti e calcilutiti giallastre. Localmente, alla base della lente è rilevabile una sequenza ciclica dello spessore di 5 metri: nella metà inferiore, biocalciruditi passano a calcareniti finissime in strati sempre più sottili verso l'alto (*thinning up*); nella metà superiore, gli stessi litotipi si succedono in ordine inverso rispetto al precedente. La documentazione paleontologica consente di dedurre per l'unità un ambiente marino di modesta profondità, sostituito, almeno nella fase iniziale, da un contesto lagunare con acque debolmente salmastre.

(*Messiniano inferiore*)

RAQ – Argille e argille sabbiose grigie, corrispondente all'unità nota in letteratura come *Formazione del Torrente Raquese*. La formazione comprende, nell'area studiata, i seguenti membri:

RAQm) Marne: corrisponde in letteratura all'unità *Marne di Casetta Rossa (AMSm)*. Questa lente affiora lungo il Fiume Cornia, circa 4 km a NE di Suvereto. E' composta da marne sabbiose, alternativamente gialle e grigie, chiaramente laminari; spessore di circa 25 metri.

RAQa) Argille e arenarie: corrisponde in letteratura all'unità *Argille del Fontino* ed affiora esclusivamente nella località omonima. Si tratta di argille laminate grigie giallastre e marne argillose giallastre con rari livelli sottili di mudstone grigio-bruni limonitici.

(*Messiniano inferiore*)

#### ***Depositi lacustri del turoliano inferiore***

FOS – Argille con intercalazioni di arenarie e conglomerati: corrisponde all'unità nota in letteratura come *Argille del Torrente Fosci (FOS)*. L'unità è presente con limitati affioramenti nell'area della Marsiliana e di Montebamboli. E' composta da argille grigie, talvolta verdi, con localmente al loro interno ciottoli sparsi o strati spessi e lenticolari di conglomerati grigio-verdi ben cementati e ben classati (ciottoli  $\varphi=0,5-5\text{cm}$ ). Subordinatamente vi si rinvengono areniti grigio-verdi ricche in fillosilicati, talvolta calcarifere, gradate, che sfumano a siltiti, anch'esse fillosilicatiche. La formazione presenta spessori intorno ai 50 m. Le caratteristiche litologiche e gli elementi paleontologici sono indicativi di un ambiente lacustre.

(*Turoliano inferiore*)

SLE – corrisponde all'unità nota in letteratura come *Formazione del Torrente Sellate*. Nell'area di studio affiorano i seguenti membri:

SLEm) Marne sabbioso-siltose: corrispondono all'unità nota come *Marne a Bithynia (BIT)*. Mostra caratteristiche litologiche costanti nelle varie località di affioramento. Per lo più è costituita da marne e siltiti calcaree di colore grigio chiaro, in strati sottili, spesso in lastre, a cui si associano: strati di 30-40cm di arenarie o sabbie a grana da media a grossolana, debolmente cementate, di colore grigio-marrone, talvolta gradate; argilliti marnose e, più raramente, livelli di bioruditi. In tutti i litotipi è possibile rinvenire numerosi opercoli di *Bithynia* e rari esemplari di *Dreissena*; questi ultimi possono costituire localmente elevate concentrazioni. Le marne a *Bithynia* presentano spessore ridotto, variabile da 10 a 30 metri. L'associazione fossilifera presente nella formazione è indicativa di un ambiente lacustre.

SLEr) Sabbie e arenarie: corrisponde all'unità nota in letteratura come *Sabbie di Casa Diaccialone (DIC)*. Essa affiora nel Bacino di Lustignano a Sud di Lago Boracifero. Dal punto di vista litologico la formazione è costituita da banchi spessi anche 30 m di sabbie a grana media, grigio-verdi e con ciottoli sparsi. Al loro interno si ritrovano strati di microconglomerati ben cementati e di colore grigio. Lo spessore della formazione supera in genere i 150 m. Per le caratteristiche litologiche ed i fossili rinvenuti l'unità si è deposta in ambiente lacustre.

SLEc) Conglomerati eterometrici moderatamente elaborati con ciottoli e matrice arrossati: corrisponde all'unità nota in letteratura come *Conglomerati rossi di Collacchia (CRO)*. La formazione, che affiora nelle aree della Marsiliana, di Montebamboli e di Perolla oltre che nel bacino neogenico di Lustignano, è costituita da conglomerati con intercalazioni di arenarie poco cementate ed argille. Questi litotipi si rinvengono talvolta all'interno di sequenze plurimetrie positive, con ciottoli di dimensioni decrescenti dalla base verso il tetto. In corrispondenza di quest'ultimo prende particolare sviluppo la matrice sabbioso-argillosa che diventa decisamente prevalente. Lateralmente ed in posizione più interna rispetto alle sequenze di cui sopra compare una facies esclusivamente conglomeratica. Più in particolare, i conglomerati e i paraconglomerati, moderatamente classati e in genere non organizzati, presentano ciottoli di dimensioni variabili (2-15cm) immersi in una matrice sabbioso-argillosa; la loro dimensione raggiunge anche i 40 cm verso l'appoggio sul substrato preneogenico. Il colore d'insieme è per lo più rosso vinato molto acceso ed è assunto sia dai ciottoli, che allora presentano sulla superficie una vernice rosso ruggine metallica, sia dalla matrice; a volte i conglomerati si presentano anche di colore verde, associato, in fiamme, a quello rosso. La natura dei ciottoli è strettamente legata a quella del substrato su cui la formazione poggia; in generale derivano dalla formazione delle Argille a palombini. Lo spessore di questa formazione varia da zona a zona; da un minimo di 10 ad un massimo di 100 m. Le caratteristiche sedimentologiche dei conglomerati ed il contenuto fossilifero suggeriscono una deposizione in ambiente continentale fluvio-lacustre.

(*Tortoniano superiore – Messiniano inferiore*)

### *Unità Liguri Interne*

APA – Argille a Palombini: La litofacies prevalente è costituita da argilliti e siltiti di colore grigio (fino al 55-80% del totale) e da calcari (di norma fino al 20-30% del totale, eccezionalmente fino al 45%). Le argilliti, di solito molto fissili, si sfaldano in lastre o in aghetti ed hanno un colore per lo più grigio scuro. Le siltiti si presentano sempre laminate, talvolta gradate, di colore grigio in frattura fresca. I calcari sono a grana fine, di colore grigio piombo, hanno elevato contenuto in silice e fratture riempite da calcite; talvolta è rilevabile la caratteristica forma d'erosione ad "incudine". Lo spessore medio degli strati calcarei è di 30 centimetri. Essi, seppur non frequentemente, si presentano laminati (con lamine per lo più piano-parallele), gradati e "paesinizzati". In questa unità litostratigrafica si possono rinvenire subordinatamente livelli di arenarie identiche a quelle del membro pelitico-arenaceo (*APAb*). Tali arenarie contengono in alcuni casi fillosilicati, sono gradate e laminate e possono avere controimpronte dovute ad impatto. Lo spessore delle Argille a palombini è estremamente variabile, andando da poche decine di metri a 400 metri. La formazione passa stratigraficamente a quella delle Argilliti e calcari di Poggio Rocchino e risulta sormontata da numerose formazioni neogenico-quadernarie; sormonta con contatto tettonico formazioni del Dominio Ligure e del Dominio Toscano fino alla formazione evaporitica triassica. Per le caratteristiche sedimentologiche di alcuni litotipi, la marcata ritmicità ed il

contenuto fossilifero, la formazione delle Argille a palombini è da ritenere un deposito di ambiente pelagico all'interno del quale si verificavano frequenti arrivi di materiale torbiditico di diversa composizione (in taluni casi calcarea in altri silicoclastica) e provenienza. Per quanto riguarda la batimetria, si ipotizza un ambiente di sedimentazione compreso tra l'epibatiale inferiore ed il mesobatiale medio (profondità variabile tra 550 ed 1500 metri). Si distinguono i seguenti membri:

APAb) litofacies arenacea: corrisponde al membro noto in letteratura come *Membro pelitico-arenaceo del torrente Carsia (APA2)*. E' costituito per il 70% da argilliti e siltiti, e per il 30% da arenarie; eccezionalmente vi compaiono anche calcari silicei. Esso costituisce la porzione stratigraficamente più alta delle Argille a palombini. Gli affioramenti in cui si possono vedere successioni regolari dei vari litotipi sono molto rari; comunemente si notano porzioni di strati di arenaria, anche di alcuni metri, all'interno della frazione pelitica. Le argilliti e le siltiti hanno una colorazione grigio-verdastra che tende al marrone e presentano una fissilità che favorisce la loro suddivisione rispettivamente in piccole scaglie e in prismetti; sono suddivise in strati di spessore variabile da alcuni centimetri a circa 1,5 metri. Le arenarie, di colore marrone-chiaro in superficie alterata e grigio-verde in frattura fresca, presentano granulometria variabile da media a fine; gli strati sono spessi da 10 cm a 1,5 metri e mostrano strutture sedimentarie quali laminazioni pianoparallele.

APAA) litofacies calcareo-marnosa: corrisponde al membro noto in letteratura come *Membro calcareo della cava di Bellosguardo (APA1)*. E' costituito da alternanze di strati di calcari grigi raramente silicei, spessi 30-50 cm, e strati di argilliti grigie di 5-10 cm di spessore; il primo litotipo è presente in percentuale pari all'80% del totale, il secondo pari al 20%. Lo spessore di questo membro calcareo è dell'ordine dei 30 m; da rilevare comunque che di esso non è osservabile la base. Il membro calcareo della Cava di Bellosguardo costituisce la porzione stratigraficamente più bassa della formazione APA alla quale passa per alternanze.

(Cretaceo inf.)

CCL – Calcari a Calpionelle: E' presente in piccolissimi affioramenti, sempre associati alla formazione delle Argille a palombini, rilevabili nelle aree di Pod Bena e Pod. Poggio Piovano (Monterotondo Marittimo). Dal punto di vista litologico la formazione è costituita da un calcare a grana finissima, di colore grigio chiaro o nocciola, in strati dello spessore variabile da 15 centimetri a 1,5 metri. Essa affiora per uno spessore di pochi metri, inglobata all'interno delle Argille a palombini. In considerazione delle caratteristiche litologiche e del contenuto organico questa formazione è ritenuta comunemente essersi sedimentata in ambiente marino profondo, poco al di sopra della CCD.

(Cretaceo inf.)

BROi – Breccie ofiolitiche monogeniche e poligeniche: sequenze ofiolitiche, localmente molto brecciate, costituite da calcari, diaspri e gabbri.

(Giurassico sup.)

OFI – Oficalci: breccie ofiolitiche a cemento carbonatico.

(Giurassico sup.)

BRG – Basalti con strutture a pillow lava: Affiorano nella zona del Torrente Carsia, a Sud di Prata. Si presentano, di colore grigio verde in frattura fresca, marrone-rossastro sulla superficie alterata per la presenza di ossidi di ferro; sono ben compatti e talvolta serpentizzati. Le paragenesi mineralogiche primarie consistono di plagioclasio, clinopirosseno, minerali opachi, ilmenite e magnetite. I basalti, con struttura a pillows (ove riconoscibile), presentano cuscini spesso caratterizzati da marcate variazioni strutturali dal nucleo alla periferia (rispettivamente da intersertale a grana medio-fina a intersertale a grana molto fine, a vitrofirica e con fessurazioni radiali e concentriche). L'analisi petrografica ha individuato una tessitura ofitica a grana fine caratterizzata dalla presenza di feldspati (plagioclasii), immersi in una pasta di fondo verde scura. Lo spessore della formazione è diverso nelle varie zone di affioramento ed in genere modesto. Un sondaggio realizzato nel T. Carsia l'ha attraversata per 160 metri. I basalti sono sormontati con contatto stratigrafico dalle Argille a palombini e, in discordanza, dalle Unità Liguri Esterne.

(Giurassico sup.)

GBB – Gabbri con filoni basici: affiorano in piccoli lembi a sud di Monterotondo M.mo e a sud di Prata (T. Carsia) inglobati nella formazione delle Argille a palombini. La roccia è di colore verde chiaro, e si caratterizza per possedere una struttura granulare con cristalli di dimensioni intorno a 2-5 millimetri. E' costituita da una massa biancastra formata da plagioclasio nella quale sono immersi cristalli quasi lamellari di colore grigio-verde (diplagio). All'analisi petrografica la roccia risulta equigranulare a plagioclasio (labradorite) e clinopirosseno (diplagio). Lo spessore della formazione è variabile con valori massimi di una trentina di metri. I gabbri sono sormontati con contatto stratigrafico dalla formazione del Calcare a Calpionelle ed, unitamente a quest'ultima unità, costituiscono corpi rocciosi all'interno della formazione delle Argille a palombini.  
(Giurassico sup.)

#### ***Unità Liguri Esterne (Unità del Flysch a Elmintoidi, Unità Ottone)***

OMT – Flysch di Ottone-Monteverdi: comprende le formazioni note in letteratura come *Flysch di Ottone (OTO)* e *Flysch di Monteverdi Marittimo (MTV)*. La litofacies più diffusa della formazione è rappresentata dall'associazione dei seguenti litotipi, sempre presenti seppure con percentuali variabili:

- calcari marnosi di colore grigio scuro, a grana in genere medio-fine, talvolta con base arenacea; spesso presentano una caratteristica sfaldatura detta a "piuma"; solo raramente sono silicei. La potenza dei loro strati è molto variabile, da qualche centimetro a oltre tre metri; in qualche caso i calcari si mostrano in strati amalgamati tra loro dello spessore superiore ai due metri.
- marne di colore grigio scuro o nero; presentano talvolta una caratteristica sfaldatura secondo piani obliqui alla stratificazione;
- areniti calcarifere grigio scure, spesso gradate, con base fillosilicatica e grana variabile da media a finissima. Gli strati sono potenti da pochi centimetri sino al metro o più quando amalgamati; essi mostrano spesso laminazioni piano parallele, ondulate od incrociate, più raramente controinpronte da corrente o da impatto di oggetti.
- calcari a grana fine e frattura concoide, di colore grigio chiaro. Sono suddivisi in strati di esiguo spessore, al massimo decimetrici.
- siltiti grigie finemente laminate ed argilliti nere.

La Formazione di Monteverdi M.mo risulta avere spessori diversi nelle varie zone di affioramento, a causa di fenomeni di laminazione tettonica. Tali spessori variano da alcune decine di metri ad alcune centinaia. La formazione poggia stratigraficamente su quella delle Argilliti e calcari di Poggio Rocchino; essa sormonta inoltre, con contatto tettonico, differenti formazioni della Successione Toscana, le Argille e calcari di Canetolo, la Formazione di S. Fiora e la Formazione di Monte Morello ed è sormontata, con contatto della stessa natura, dalle Argille a palombini. Le sequenze ritmiche areniti-calcari marnosi ed areniti-calcari, le caratteristiche sedimentologiche ed il contenuto fossilifero, caratterizzato anche da frequenti rimaneggiamenti, testimoniano che la formazione è dovuta alla deposizione di onde di torbida in ambiente marino profondo, come comunemente noto in letteratura.

(Cretaceo superiore – Paleocene inferiore)

RCH – Argilliti e calcari di Poggio Rocchino: questa formazione affiora nell'area di Monteverdi M.mo, fra quest'ultima località e Frassine, in corrispondenza del rilievo denominato Il Poggio, circa 4 km ad est di Frassine e circa 2 km a SE di Monterotondo Marittimo. L'unità risulta costituita in prevalenza da argilliti e siltiti sottilmente laminate, di colore nero o grigio verde in frattura fresca, generalmente suddivise in prismetti per lo più centimetrici; a questi litotipi si accompagnano calcari a grana da media a finissima e di colore grigio scuro, in intercalazioni la cui potenza raramente supera il mezzo metro, e calcari grigio-verdi con frattura concoide, laminati e raramente gradati; compaiono anche, in misura minore, calcareniti a grana media e grigie, caratterizzate da strati tabulari di potenza decimetrica, e argilliti marnose fortemente fogliettate, di colore grigio scuro o nere. Lo spessore della formazione è variabile, quello massimo si aggira sui 200 metri. Le caratteristiche litologiche e sedimentologiche, i rapporti stratigrafici intercorrenti con le altre formazioni, unitamente al contenuto fossilifero suggeriscono per questa formazione una deposizione in ambiente di piana sottomarina al di sotto della CCD, nel quale periodicamente si verificavano arrivi di correnti di torbide che depositavano calcareniti e calcari.

(Albiano - Campaniano)

### *Unità Liguri Esterne (Unità Santa Fiora, Unità Monte Morello)*

MLL – Formazione di Monte Morello: essa affiora per piccole estensioni, nell'area di Prata. Dal punto di vista litologico l'unità è costituita da sequenze torbiditiche calcaree nelle quali il litotipo prevalente è rappresentato da marne, con base arenacea talvolta gradata, che sfumano verso l'alto a calcari marnosi o ad argilliti. Subordinatamente sono presenti anche arenarie e calcareniti di colore grigio scuro, particolarmente frequenti nell'area di Prata. Nella parte più bassa della formazione, ai tipi litologici di cui sopra vanno aggiunti corpi lenticolari di calcari grigi a grana fine e brecce ad elementi calcareo-marnosi e matrice argillitica. Lo spessore non è misurabile con esattezza a causa di fenomeni di laminazione tettonica; esso va da un minimo di una decina di metri nell'area di Prata ad un massimo di 100 - 150 metri nelle altre aree. I caratteri litologici e sedimentologici della formazione ben si inquadrano in un ambiente di pianura sottomarina.

*(Paleocene superiore – Eocene medio)*

SIL – Formazione di Sillano-Santa Fiora: la formazione è costituita prevalentemente da alternanze di argilliti e siltiti di colore grigio scuro marrone, spesso manganesifere. Le argilliti, predominanti rispetto alle siltiti, hanno un colore grigio-verdastro fino a verde scuro in frattura fresca, colore ocra sulla superficie alterata; sono sempre stratificate con strati potenti da pochi centimetri fino ad 1,5 metri. Una pronunciata fissilità favorisce la loro suddivisione in piccole scaglie. Le siltiti presentano in frattura fresca un colore verdastro con alcune sfumature rosse, mentre sulla superficie d'alterazione sono di colore marrone-rossastro; risultano disposte in strati di potenza variabile da 10 a 30 centimetri nei quali è ben evidente una laminazione ondulata e pianoparallela. Ai litotipi precedentemente descritti sono associate calcareniti grigio-marroni gradate, con alla base grossolane controimpronte da corrente e parzialmente deformate da carico, calcari a grana fine di colore nocciola, marne calcaree e calcari marnosi grigi. In questa formazione si intercalano masse di brecce ad elementi spigolosi calcareo-marnosi e calcarenitici, in matrice siltitico-argillitica, e piccole (alcuni metri) masse olistostromiche di ofioliti e di calcari silicei grigio-ferro (in sezione sottile sono risultate delle micriti silicee tipo "palombino"). Lo spessore si aggira sui 150 metri. Le caratteristiche sedimentologiche di alcuni litotipi e la marcata ritmicità della successione, unitamente al contenuto fossilifero, indicano sedimentazione torbiditica in ambiente marino profondo come già ampiamente accettato in letteratura. In particolare, l'elevata presenza della frazione pelitica rispetto a quella arenacea suggerisce per questi affioramenti una posizione nella zona esterna della conoide.

*(Cretaceo superiore - Paleocene)*

PTF – Pietraforte: una grossa lente all'interno della Formazione di S. Fiora è stata cartografata al bordo sudorientale dell'area del foglio (a SO del Pod. Cerro Balestro). Il litotipo predominante di questa lente è un'arenaria carbonatico-quarzosa di colore grigio in frattura fresca, marrone-ocra sulla superficie alterata, nella quale sono ben evidenti frammenti di fillosilicati (muscovite). Essa si presenta in strati, di potenza variabile da pochi cm ad 1,5 m, nei quali la gradazione non è evidente. Intercalate all'arenaria si ritrovano argilliti e siltiti identiche a quelle della Formazione di S. Fiora.

*(Cretaceo superiore)*

### *Unità Sub-Liguri*

ACC – Argille e Calcari di Canetolo: sono presenti prevalentemente nell'area settentrionale del territorio studiato. Come in altre parti della Toscana è formata da argilliti e siltiti di colore da grigio a marrone, alle quali si intercalano strati di arenarie calcarifere e calcareniti grigie (di spessore da 10 a 100 cm) e strati di calcilutiti grigie (dello spessore variabile da 10 a 20 cm). Lo spessore delle Argille e calcari di Canetolo è variabile nelle diverse aree di affioramento: da poche decine di metri fino a 250 m. Di solito questa formazione sormonta con contatto tettonico il Macigno, in un solo caso la Formazione di Brolio; a sua volta essa è ricoperta, sempre con contatti di natura tettonica, dalla Formazione di Monteverdi Marittimo e dalla Formazione di S.Fiora. Sono stati distinti i seguenti membri:

ACCc) Brecciole nummulitiche;

ACCb) Torbiditi calcareo-marnose in strati da spessi a molto spessi, livelli di arenarie;

ACCa) Alternanza di argilliti, siltiti e calcari micritici in strati da sottili a spessi.

(*Paleocene - Eocene*)

### *Falda Toscana*

MAC - Macigno: questa formazione affiora estesamente nell'area compresa tra Gerfalco e Monterotondo M.mo ed in modo più limitato a Prata. Si tratta di successioni torbiditiche costituite da litotipi silicoclastici, quali arenarie a granulometria variabile, siltiti e molto subordinatamente argilliti. Si riconoscono porzioni di successione di tipo "arenitico" ed "arenitico-pelitiche". Le prime sono date da areniti quarzoso-feldspatiche, a granulometria medio-grossolana, massive, in strati di spessore metrico o plurimetrico; talora sono presenti corpi lenticolari di microconglomerati ("granitello") con subordinate areniti medio-fini e peliti. Le seconde sono date da areniti quarzoso-feldspatiche a granulometria media o medio-fine e in strati spessi da 30 a 100 cm, con subordinate peliti. Le areniti delle porzioni "arenitico-pelitiche" sono in genere gradate e con strutture sedimentarie riferibili alla sequenza completa di BOUMA (1962). Nel suo aspetto tipico il Macigno si presenta costituito da arenarie quarzoso-feldspatiche e in strati di spessore variabile; negli strati di maggior spessore (1-4 m) tali arenarie mostrano spesso delle superfici di amalgamazione mentre in quelli di minor spessore (50-100 cm) esse fanno parte di sequenze flyscioidi nell'ambito delle quali sfumano in alto a siltiti grigie; in questo caso sono presenti strutture riferibili alla sequenza completa di BOUMA (1962). Le arenarie assumono in frattura fresca toni molto vicini al grigio-verde mentre presentano sulla superficie d'alterazione colori variabili dal giallo-arancio al marroncino giallastro. Esse sono talvolta assai compatte; in altri casi, laddove l'alterazione ha raggiunto stadi avanzati, danno origine a coltri sabbiose, di colore giallo rossastro, nelle quali si possono trovare blocchi eterometrici di roccia compatta. Composizionalmente l'arenaria del Macigno è formata da silicoclasti quali: quarzo, feldspati, miche e frammenti litici (di natura metamorfica e, subordinatamente, vulcanica e sedimentaria); al suo interno si rinvengono talvolta minuti frustoli carboniosi. Tale arenaria è definibile come arcose litica - litarenite arcosica. Di frequente all'interno degli affioramenti arenacei sono stati ritrovati piccoli corpi lenticolari di un microconglomerato a granulometria fine, che costituisce un tipo litologico particolare della formazione, noto in letteratura con il termine di "granitello". Lo spessore della formazione del Macigno varia da zona a zona: poche decine di metri nell'area di Prata, a 700-750 m nell'area di Poggio Ritrovoli; tale variabilità è conseguenza di fenomeni di laminazione tettonica. Il Macigno poggia stratigraficamente sulla Formazione di Brolio. Dove il passaggio è bene esposto esso si verifica per alternanze (es: fosso Rimaggio, area di Poggio Ritrovoli; strada cimitero di Prata-Pod. Filicaie di sotto). La formazione, inoltre, si sovrappone tettonicamente a differenti formazioni della Successione Toscana ed è sormontata, tramite superfici di sovrascorrimento, dalle formazioni liguri e subliguri. Le facies e le associazioni di facies riconosciute sono indicative di ambiente torbiditico, in particolare relative ad apparati di lobo nell'ambito di conoidi sottomarine. Sono stati distinti i seguenti membri:

MACc) Marne e marne siltose con intercalazioni di calcareniti;

MACb) Arenarie torbiditiche fini e siltiti grigio scuro;

MACa) Olistostromi di materiale ligure e sub-ligure: formano dei livelli lenticolari, composti da porzioni di successione e da strati scompagnati la cui natura litologica è riferibile alle unità liguri e sub liguri.

(*Oligocene superiore – Miocene inferiore*)

STO – Scaglia Toscana: si tratta di un *Gruppo*. La litofacies prevalente è costituita da argilliti e argilliti siltose e marnose rossastre, verdastre o grigie, talvolta con sottili intercalazioni di calcilutiti silicee e calcareniti grigie o verdastre e rare radiolariti rosse. Nell'area di studio è rappresentato dalle seguenti unità:

STO3) Membro delle Calcareniti di Montegrossi: sono rappresentate da calcareniti, calcilutiti e calcari marnosi cui si intercalano argilliti e siltiti di colore grigio e marrone. Tale unità litostratigrafica ha uno spessore che non supera i 35 metri.

STO2) Membro delle Marne del Sugame;

STO1) Membro delle Argilliti di Brolio: affiora abbastanza estesamente nei nuclei a Successione Toscana di Prata, Gerfalco, Monterotondo M.mo. L'unità è costituita prevalentemente da argilliti fissili di colore molto variabile in frattura fresca, prevalentemente grigio-verde e rosso vinato, con patine d'alterazione nerastra (ossidi di manganese) e frequenti dendriti di manganese. Intercalati alle argilliti si trovano siltiti (in strati sottili e con laminazione per lo più piano parallela) e calcari silicei (di colore verde pallido e in strati medi), più raramente radiolariti (grigio-scure, manganesifere e fortemente alterate) e calcareniti. Lo spessore è estremamente variabile andando dai 10 fino ai 300 metri. L'unità giace con contatto stratigrafico sui Diaspri, con contatto tettonico su formazioni stratigraficamente più basse della Successione Toscana; è sormontata dal Macigno e, in netta discordanza angolare, dalle successioni neogeniche. Sicuramente tettonici sono i contatti mediante i quali è sormontata dalle formazioni liguri.

(*Cretaceo inf.? - Paleogene*)

DSD – Diaspri: sono rappresentati nelle zone di Gerfalco, Monterotondo M.mo ecc.. La formazione è costituita da sottili strati di selce con Radiolari, di colore per lo più rosa e rosso (pur non mancando porzioni che si presentano gialle e verdi), che mostrano sulle interfacce deposizionali sottilissimi livelli di siltiti dello stesso colore. Talvolta, nella parte alta della formazione, marne silicee e argilliti rosse con rare intercalazioni di calcilutiti silicee grigio-verdastre. Lo spessore dei Diaspri non è costante; nelle varie zone di affioramento esso varia da 30 a 100 metri. Questa formazione poggia sul Calcare selcifero e sulle Marne a *Posidomya* ed è sormontata dalla Scaglia Toscana o, eccezionalmente e con contatto tettonico, dal Macigno. Presso Monterotondo M.mo, fra la formazione dei Diaspri e l'unità di Brolio, si interpongono circa 2 m di calcari ad Aptici e 5-6 m di Maiolica. Gli autori che si sono occupati dell'ambiente di sedimentazione delle radiolariti hanno avanzato ipotesi diverse. La maggior parte è propensa a ritenerle di mare profondo, al di sotto della CCD.

(*Malm*)

POD – Marne a *Posidomya Alpina*: questa formazione è presente in limitati affioramenti delle aree di Gerfalco e Monterotondo M.mo. I litotipi caratteristici sono rappresentati da marne, marne argillose e calcari marnosi di colore rosso vinato o giallo-verde. Talvolta sono presenti brecce ad elementi calcarei, calcari grigio-verdi e sottili strati di calcare siliceo. Lo spessore della formazione è in genere esiguo; al massimo raggiunge una trentina di metri. Le Marne a *Posidomya* poggiano in continuità e con contatto sfumato sul Calcare selcifero (Monterotondo M.mo); esse sormontano stratigraficamente anche il Calcare rosso ammonitico mentre a loro volta sono sormontate dai Diaspri e, tettonicamente, dalla Scaglia Toscana. In letteratura la formazione è considerata essersi sedimentata in ambiente marino profondo.

(*Lias superiore – Dogger p.p.*)

LIM – Calcare selcifero di Limano: la formazione è rappresentata in piccoli affioramenti delle aree di Travale, Monterotondo M.mo e Prata. Il litotipo di gran lunga prevalente nell'unità è un calcare di colore grigio in frattura fresca, grigio-biancastro sulla superficie alterata, che presenta grana fine e frattura concoide e che è sempre ben stratificato con strati della potenza media di 40 centimetri. All'interno degli strati sono osservabili caratteristici noduli e sottili liste di selce grigio-scura o nera. Dendriti di manganese si rinvengono con una certa frequenza nelle fratture. Al passaggio con la formazione sottostante, il Calcare selcifero presenta un colore grigio-rosato e mostra strati di spessore medio. La formazione in oggetto non sempre compare nei nuclei di successione toscana e ciò per ragioni sia di carattere stratigrafico, sia di carattere tettonico. Quando presente lo spessore della formazione non supera i 40 metri. Il Calcare selcifero viene a contatto con la sottostante formazione del Calcare rosso ammonitico attraverso un passaggio graduale e sfumato; esso è sormontato, con contatto di analoga natura, dalle Marne a *Posidomya* e dai Diaspri. L'unità è inoltre sormontata, con contatto

tettonico, dalla Scaglia Toscana e dal Macigno. Per le caratteristiche litologiche e le faune in esso rinvenute, il Calcarea selcifero viene considerato essersi sedimentato in un ambiente marino pelagico con profondità minore della CCD.

(*Lias medio - superiore*)

RSA – Calcarea Rosso Ammonitico: Affiora nell'area di Gerfalco (Poggio Mutti e le Cornate) ed in limitati affioramenti nelle aree di Prata e M. Peloso. Questa formazione è costituita per lo più da calcari e calcari marnosi stratificati, di colore che va dal grigio, più o meno rosato, al rosso cupo in frattura fresca (in superficie d'alterazione il colore è grigio chiaro o biancastro). Gli strati, ben evidenti, hanno spessore variabile da 10 a 80 centimetri; essi sono separati da sottili livelli di argilliti giallastre con zonature più rossicce, nei quali sono visibili dendriti di manganese. Nella parte superiore della formazione i calcari assumono un colore grigio chiaro e vi compaiono liste di selce rosata e rossa. Caratteristiche peculiari risultano essere la struttura nodulare e la presenza di steli di Crinoidi. Sono state rinvenute superfici stilolitiche parallele alla stratificazione dovute a pressione solution. Lo spessore della formazione è molto variabile; in genere si aggira intorno a 30-50 metri. Il Calcarea rosso ammonitico poggia con contatto stratigrafico sul Calcarea massiccio ed è sormontato, con contatto di analogo significato, dal Calcarea selcifero e dalle Marne a *Posidomya* (con queste formazioni è anche in rapporti di eteropia) e, talvolta direttamente, dai Diaspri. Alcuni autori ritengono che questa formazione si sia sedimentata in un ambiente marino con acque sottili; secondo altri i calcari rossi nodulari sono da considerarsi una "facies pelagica condensata" da riferirsi ad aree sottomarine topograficamente elevate.

(*Lias inferiore - medio*)

MAS – Calcarea massiccio: affiora nelle aree di Prata, Monte S. Croce, M. Peloso, Gerfalco. Nella facies tipica questa formazione è costituita da un calcarea di colore grigio chiaro, talvolta bianco, a grana fine o media che ha un aspetto ceroide e debolmente saccaroide e che, in genere, è privo di stratificazione. Al passaggio con la formazione sottostante il calcarea assume un colore grigio e presenta strati spessi e mal definiti; al tetto la formazione mostra ugualmente una stratificazione grossolana, con strati dello spessore di circa 50 centimetri, ed un colore grigio, con zonature rosate. Subordinatamente sono presenti orizzonti lenticolari ricchi in ooliti. Lo spessore del Calcarea massiccio nell'area studiata varia da pochi metri a più di 200 m. La formazione è compresa tra i Calcari e marne a *Rhaetavicula contorta* alla base ed il Calcarea rosso ammonitico al tetto; il passaggio alle due unità avviene rispettivamente per alternanze ed in maniera sfumata. Il Calcarea massiccio è inoltre sormontato tettonicamente dalla Scaglia Toscana, dal Macigno e dalle unità liguri. Il Calcarea massiccio affiorante in quest'area risulta essersi sedimentato in un ambiente da sopratidale ad intratidale, caratteristico di una zona di laguna esterna nella quale si depositavano prevalentemente fanghi carbonatici, talvolta interessati da episodi di alta energia testimoniati dalla facies oolitica.

(*Lias inferiore*)

RET – Calcari e marne a *Rhaetavicula contorta*: la formazione affiora estesamente nell'area compresa tra Prata e Monte S. Croce e nelle aree di Frassine, Poggio alla Pietra e Serrabottini. E' rappresentata principalmente da calcari e calcari marnosi stratificati (spessore dai 30 ai 70 cm), di colore grigio-scuro o nero, che presentano granulometria variabile da media a fine. Ad essi si ritrovano associate, in subordine, marne di spessore massimo di 40 centimetri, di colore grigio in frattura fresca e giallo in quella alterata. Gli strati presentano a volte interfacce deposizionali debolmente ondulate. Caratteristica è una fitta rete di vene di calcite spatica che conferisce alla roccia un aspetto brecciato. Raramente si rinvengono anche strati gradati. Al passaggio alla formazione sottostante il calcarea a *Rhaetavicula contorta* si presenta più "cariato" e si alterna a strati di breccia ad elementi calcarei. Al tetto la formazione tende a divenire più calcarea con giunti di stratificazione maggiormente spazati; i calcari si presentano allora ben compatti e di colore grigio più chiaro. Lo spessore della formazione si aggira sui 100 metri. I Calcari e marne a *Rhaetavicula contorta* sono sormontati con contatto stratigrafico continuo dalla formazione del Calcarea massiccio e, con lacuna, dalla formazione della Breccia di Grotti. Risultano inoltre sormontati con contatto tettonico dalle seguenti formazioni: Formazione di Monteverdi M.mo, Argille a palombini, Scaglia Toscana, Macigno. Le caratteristiche litologiche ed il contenuto microfaunistico suggeriscono per i Calcari e marne a *Rhaetavicula contorta* un ambiente di sedimentazione variabile da una laguna, con acque scarsamente ossigenate, ad una palude costiera.

Strati calcarei con evidente gradazione granulometrica testimoniano inoltre saltuarie condizioni di deposizione ad energia più elevata e decantazione del materiale in sospensione.

(*Retico*)

CCA Calcare cavernoso – BUR Anidriti di Burano: affiorano estesamente nell'area compresa tra Prata, Monterotondo M.mo e Massa M.ma. Limitati affioramenti si rinvennero nell'area di Serrabottini e Frassine. La facies decisamente più diffusa è quella che va sotto il nome di "calcare cavernoso"; è costituita da calcari grigi e da una breccia tettono-autoclastica affatto stratificata, ad elementi calcarei o dolomitici da centimetrici a decimetrici ed a cemento calcareo. Caratteristica è la presenza di piccole cavità di forma poligonale vuote ("calcari vacuolari o a cellette") o riempite da polvere grigia dolomitica ("cenerone"). Gli elementi calcarei in frattura fresca sono di colore grigio più o meno chiaro, mentre sulla superficie d'alterazione presentano una colorazione variabile tra il grigio scuro e il bianco sporco. Quelli dolomitici hanno invece un colore grigio scuro in frattura fresca e raramente possono presentarsi in strati sottili. Molto raramente (zona di Poggio alla Pietra, vicino Frassine) affiora un'alternanza di strati di dolomie grigio scure e di anidriti di colore bianco, quasi sempre idrate (gessi), che costituisce la roccia madre (Formazione anidritica di Burano) dalla quale deriva la facies del Calcare cavernoso. Quest'ultima rappresenta il prodotto di trasformazioni epigenetiche che hanno obliterato l'originario assetto e natura della compagine solfatico-carbonatica di partenza. Per questa ragione le due formazioni, pur litologicamente ben differenziabili, vengono qui trattate insieme per evidenziare la peculiarità della trasformazione diagenetica, tutt'ora in atto, che dalla Formazione anidritica di Burano porta al Calcare cavernoso. Lo spessore della formazione CCA è molto variabile per motivi di natura tettonica. Nei sondaggi effettuati nella zona si sono misurati spessori massimi intorno ai 720 metri mentre quelli minimi si aggirano sulle poche decine di metri. In alcuni casi alla base della formazione è stata incontrata una breccia carbonatica in matrice calcarea gialla, all'interno della quale vi sono frammenti di filladi verdi. In assenza di quest'ultima formazione il Calcare cavernoso poggia, con contatto tettonico, direttamente sopra le Filladi e quarziti del Torrente Mersino. Superiormente passa, con contatto stratigrafico continuo, alla formazione dei Calcari e marne a *Rhaetavicula contorta* (RET) mentre con contatto discontinuo è ricoperta dai depositi neogenici e dai depositi continentali quaternari. Essa è sormontata inoltre, con contatto tettonico, dalle unità liguri e dalle unità sommitali della Falda Toscana. Le sequenze evaporitiche carbonatico-solfatiche della Formazione anidritica di Burano presentano caratteri sedimentologici che suggeriscono un ambiente di sedimentazione di sabkha "prospiciente un'area marina confinata ad alta salinità".

(*Carnico - Norico*)

#### ***Unità toscane metamorfiche***

SSR – Scisti sericitici: corrisponde all'unità nota in letteratura come *Formazione di Fontalcinaldo* (FON). Questa unità affiora nel Rio Torto, a SE della località Fontalcinaldo. Dal punto di vista litologico è costituita da tre litotipi principali: calcescisti, marmi e marmi stratificati con liste e noduli di selce e metaconglomerati. I calcescisti di colore verde, bianco e rosso violaceo consistono in un'alternanza sub-millimetrica di livelli carbonatici e fillosilicatici. I livelli carbonatici sono costituiti da un calcare a grana fine con quantità variabili di quarzo detritico, muscovite, clorite e plagioclasio albitico e con un diffuso pigmento ematitico. I livelli fillosilicatici, dello spessore da alcuni millimetri a pochi centimetri sono costituiti da muscovite e clorite associate a quantità minori di quarzo, solfuri, ossidi di Fe-Ti e di plagioclasio albitico. I marmi e i marmi stratificati con liste e noduli di selce hanno grana da fine a molto fine. I metaconglomerati sono costituiti da elementi calcarei e subordinatamente silicei in una matrice calciscistosa ricca di foraminiferi, talvolta prevalente sui clasti. Questa formazione costituisce scaglie tettoniche all'interno della Formazione anidritica di Burano. In affioramento lo spessore massimo calcolato è superiore al centinaio di metri. Sulla base delle microfaune segnalate si può ipotizzare per questa formazione un ambiente di tipo pelagico.

(*Cretaceo inferiore -Paleogene*)

VIN – Formazione di Vinca – Formazione di Tocchi: metacalcari e metacalcari dolomitici spesso nodulari e brecciati, livelli di calcescisti e filladi carbonatiche (VINc); dolomie grigio-scure e roste con subordinati livelli di filladi, quarziti e metaconglomerati (VINb)

(*Carnico - Norico*)

VEU – Formazione della Verruca – Civitella: filladi quarzítico-muscovítiche grigio-chiare o grigio-verdi, talora violacee, con intercalazioni di metaconglomerati e filladi scure. Sono distinti i seguenti membri:

VEUb) quarziti a granulometria variabile, fino a conglomerati, alternate a filladi e filladi quarzítiche.

VEUa) Metaconglomerati quarzosi con matrice quarzítico-filladica da grigio-verde a violacea. Gli elementi sono costituiti in prevalenza d quarzo rosato e quarziti bianche o rosate.

*(Ladinico superiore - Carnico)*

SFS – Scisti a *Spirifer*: corrisponde all'unità nota in letteratura come *Filladi de Torrente Mersino (FTM)* e *Filladi di Boccheggiano*. Questa unità litostratigrafica affiora estesamente nella zona di Boccheggiano. Essa è stata attraversata da numerosi sondaggi nei campi geotermici di Larderello e Travale e nelle aree minerarie di Boccheggiano, Serrabottini e Niccioleta. Dal punto di vista litologico si compone di tre litofacies principali: a) filladi e quarziti grigie e nere, b) quarziti e filladi verdi, c) metaconglomerati. La litofacies a) è la più diffusa ed è formata da filladi spesso quarzose, di colore dal grigio al nero, con locali sottili livelli quarzítici grigio-chiari. Talvolta sono presenti intercalazioni di filladi sericitiche grigie e livelli di quarziti e quarziti filladiche grigie e grigio scure a tessitura blasto-psammitica, a grana da medio-fine a grossolana. Si intercalano anche filladi, filladi quarzose e quarziti fini grafitose di colore nero. La litofacies b) costituisce delle lenti all'interno della (a) ed è rappresentata da filladi cloritiche, spesso quarzose, di colore verde, sfumanti in metapsammiti quarzose grigio-verdi entrambe caratterizzate dalla completa assenza di materiali grafitosi. L'ultima litofacies, la (c), è rappresentata da metaconglomerati di colore grigio chiaro che sono presenti come lenti per lo più nella parte alta della successione affiorante. La formazione affiora per uno spessore che si aggira sui 110 m mentre, se prendiamo in considerazione i dati ricavabili dai sondaggi effettuati dalle Società Montecatini e SOLMINE, è possibile rilevare che tale formazione è potente almeno 200 m. Nell'area in esame la formazione è sormontata tettonicamente dalla Formazione anidritica di Burano. Per quanto riguarda l'ambiente di sedimentazione, alcuni autori suggeriscono un ambiente lagunare, mentre altri propongono un ambiente marino profondo.

*(Westfaliano - Autuniano)*

#### *Altre unità*

FQR – Filoni idrotermali di quarzo.

### **3. Geomorfologia (Tav.G03)**

La carta geomorfologica del territorio intercomunale è stata realizzata integrando i dati relativi al *DB geomorfologico* della Regione Toscana aggiornati al Novembre 2018, con controlli di terreno relativi alle aree limitrofe ai centri abitati e con l'implementazione dei dati derivanti da studi pregressi, di seguito elencati:

- *Individuazione ubicazione e classificazione degli effetti in superficie di fenomeni di subsidenza e/o dissesto presenti nell'area mineraria di Niccioleta (Syndial, 2005);*

- *Riduzione aree concessioni minerarie Fenice Capanne - Accesa Serrabottini (Syndial, 2005)*

#### **3.1 Lineamenti fisiografici principali**

Il territorio intercomunale di Massa Marittima, Monterotondo Marittimo e Montieri abbraccia un territorio molto vasto (ca. 494 Km<sup>2</sup>) e presenta caratteristiche territoriali molto differenti in funzione delle locali condizioni morfostrutturali, litologiche e delle variazioni di altitudine.

Le quote variano da un minimo di 10,0 m slmm (in corrispondenza della sezione di chiusura del F. Pecora, nel settore sud-occidentale del Comune di Massa Marittima), ad un massimo di 1059,3 m slmm (in corrispondenza della vetta della Cornata di Gerfalco).

I principali rilievi, concentrati prevalentemente nel territorio comunale di Montieri, sono i seguenti:

- La Cornata: 1059,3 m s.l.m.m.
- Poggio di Montieri: 1050,0 m s.l.m.m.
- Poggio Ritrovoli: 1015,6 m s.l.m.m.
- Il Poggione: 914,3 m s.l.m.m.
- Montemurlo: 835,0 m s.l.m.m.
- Il Monte: 754,8 m s.l.m.m.
- Poggio Mutti: 807,5 m s.l.m.m.
- Poggio Le Dolaghe: 717,5 m s.l.m.m.
- Monte Santa Croce: 700,5 m s.l.m.m.
- Monte Arsentì: 554,1 m s.l.m.m.

I rilievi principali sono allineati secondo due direttrici principali, in direzione ca. N120, la prima delle quali, con morfologie più dolci, unisce Il Monte con Il Poggione; la seconda unisce La Cornata con il Poggio di Montieri e presenta morfologie tendenzialmente più aspre. Questo assetto fisiografico trova la sua spiegazione nel controllo morfostrutturale operato soprattutto dalle strutture fragili ad andamento appenninico.

Il territorio studiato comprende quattro bacini idrografici di rango 1 (Fiume Pecora, Fiume Cecina, Fiume Cornia, Fiume Bruna) ed un bacino di rango 2 (T. Farma - T. Merse), affluente del Fiume Ombrone. I bacini presentano una geometria sostanzialmente centrifuga rispetto al nucleo centrale compreso fra il Monte Arsentì ed il Poggione mentre i pattern relativi ai singoli bacini si presentano per lo più dendritici, come spesso accade per le regioni orogeniche appenniniche.

### **3.2 La Carta Geomorfologica (Tav.G03)**

La legenda della carta geomorfologica è stata costruita in base alle indicazioni contenute nella *Guida al Rilevamento per la Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50000 (Servizio Geologico Nazionale, Quaderni serie III vol. 4)*.

La carta geomorfologica ha lo scopo di classificare e rappresentare le forme ed i depositi legati alla storia recente (Quaternario) del territorio. I criteri principali secondo cui sono state classificate e rappresentate le forme ed i depositi relativi al territorio studiato sono i seguenti:

- Agente morfogenetico;
  - Forme e depositi legati alla gravità
  - Forme e depositi fluviali e di versante dovute al dilavamento
  - Forme e depositi lacustri e lagunari
  - Forme e depositi di origine carsica
  - Forme e depositi di origine antropica
- Stato di attività/età (attivo/attuale, inattivo/recente, quiescente, stabilizzato, Pleistocene med. sup.);
- Caratteristiche litologiche (granulometria dei depositi fluviali).

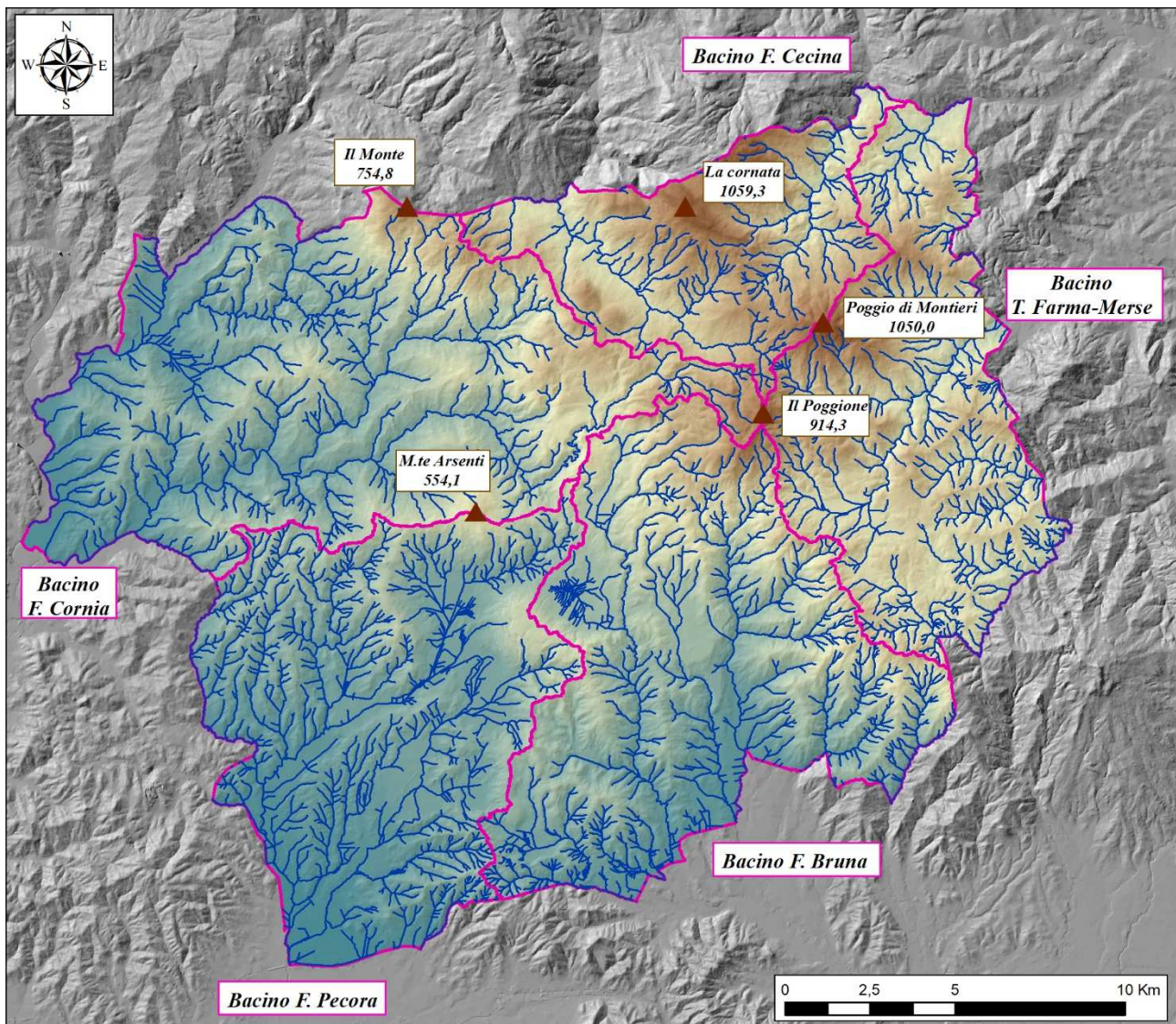


Figura 3 - Carta dei principali lineamenti fisiografici del territorio intercomunale.

Le porzioni di territorio non interessate da forme e depositi quaternari, sono state campite in base alla litologia affiorante, ed in particolare secondo le Unità Litologico Tecniche del substrato pre-quaternario. In carta sono inoltre riportate le strutture tettoniche principali. Questa scelta è stata dettata dalla volontà di evidenziare il controllo litologico-strutturale operato sulla modellazione del rilievo.

Dalla lettura della cartografia si può notare come tutto il territorio studiato sia caratterizzato da una percentuale più o meno costante di forme e depositi legati alla gravità (frane, detrito di versante, falda detritica ecc.), mentre si registra una situazione nettamente differente per quanto riguarda le forme ed i depositi legati all'attività fluviale ed al dilavamento dei versanti, che aumentano arealmente da Est verso Ovest. I principali ambienti fluviali sono infatti concentrati nelle pianure del F. Pecora, del F. Bruna e del F. Cornia (e suoi affluenti). I depositi lacustri/lagunari occupano aree piuttosto esigue e localizzate in particolari contesti (Lago dell'Accesa, Marsiliana), come accade anche per le forme e depositi carsici (prevalentemente concentrati nel bacino del Torrente Ritorto). Notevole importanza rivestono le forme e depositi di origine antropica ed in particolare quelle legate all'attività mineraria delle zone di Fenice-Capanne e Niccioleta (zone di instabilità e subsidenza per vuoti sotterranei, zone di sviluppo di gallerie sotterranee, discariche), ricostruite in base agli studi *Syndial* 2005 ed alle perimetrazioni PAI.

### 3.3 Controllo di campagna dei depositi gravitativi relativi ai centri abitati principali

Mediante rilevamento geomorfologico, in parte supportato da indagini sismiche effettuate nell'ambito del presente studio (sismica a rifrazione in onde P-Sh ed indagini HVSR), è stato aggiornato il quadro conoscitivo relativo ad alcune aree di interesse.

Come si può osservare nella figura seguente, alcune forme segnalate come frane quiescenti dal DB Geomorfologico Regione Toscana, sono state riclassificate come "detrito di falda" alla luce delle evidenze di stabilità riscontrate tramite rilevamento ed indagini geofisiche; è stata inoltre cartografata una frana attiva nella zona del cimitero di Montieri.

Di seguito si riporta una breve descrizione degli aggiornamenti eseguiti a seguito delle verifiche di campagna.

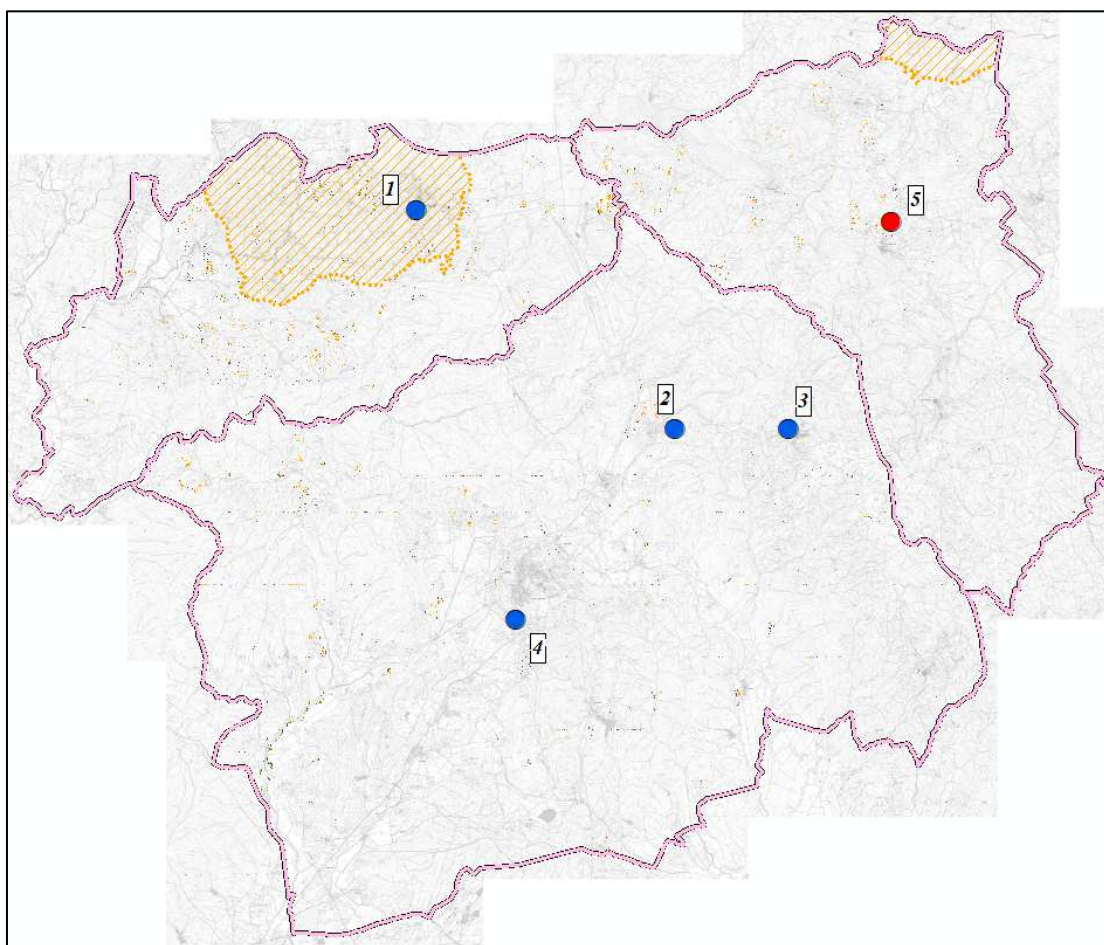


Figura 4 - Ubicazione nei 3 comuni delle aree oggetto di aggiornamento. In blu sono indicati i fenomeni franosi quiescenti, modificati in detrito di falda; in rosso invece (punto 5) la frana attiva cartografata dagli scriventi nell'area del cimitero di Montieri. Le retinature gialle corrispondono ai territori interessati da subsidenza.

**Punto 1:** Monterotondo Marittimo, area in esame situata a SW del capoluogo comunale; dalla documentazione fotografica si osserva come i fabbricati e manufatti presenti in questa zona, non mostrano lesioni riconducibili a movimenti di versante.

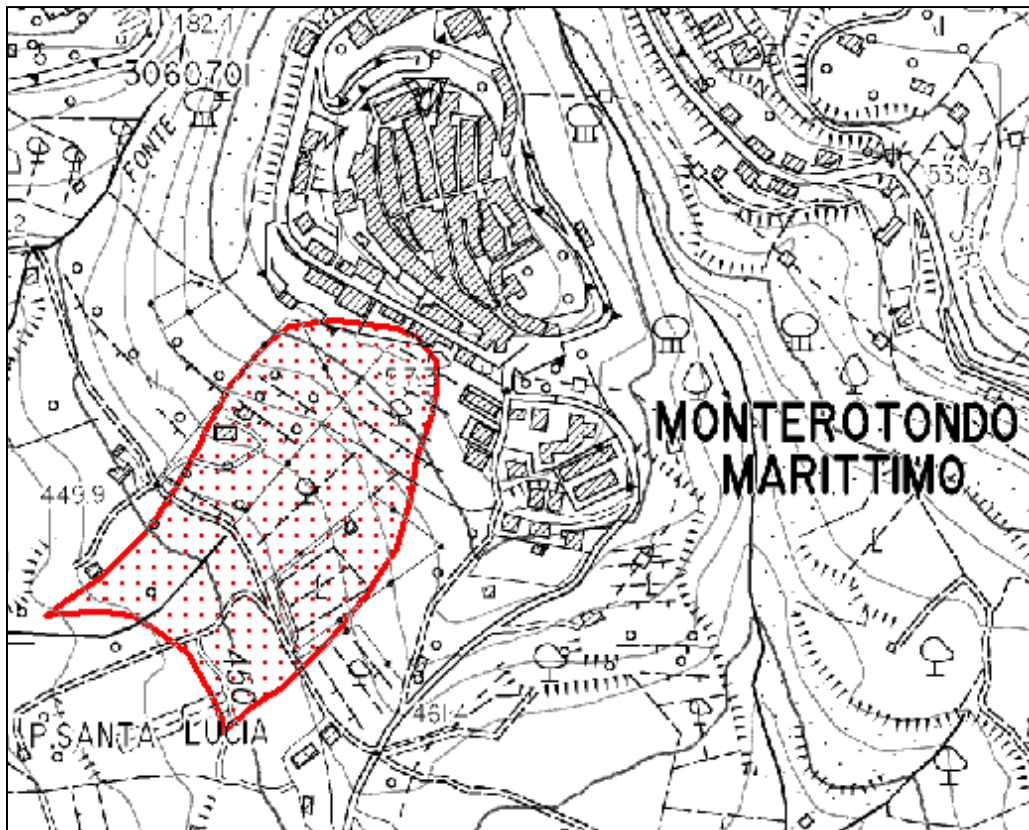


Figura 5 - in rosso l'area adesso indicata come "detrito di falda"



Figura 6



Figura 7

**Punto 2:** Niccioleta, area in esame situata ad E della frazione del comune di Massa Marittima.

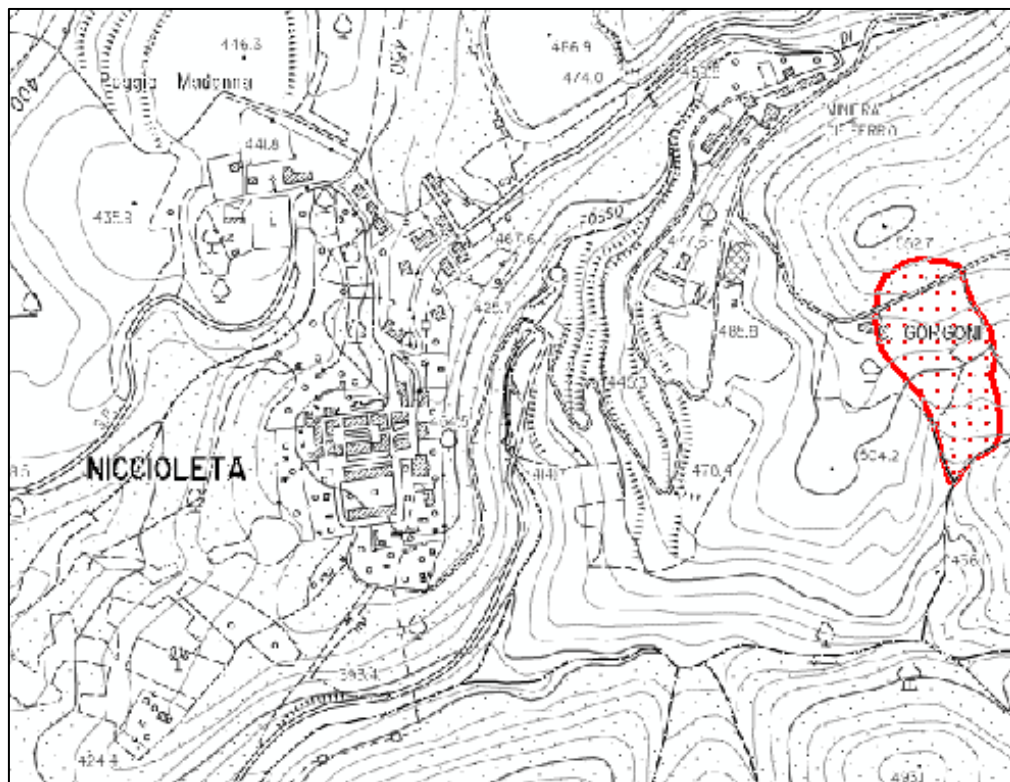


Figura 8 - in rosso l'area adesso indicata come "detrito di falda"

**Punto 3:** Prata, area in esame situata ad Ovest della frazione del comune di Massa Marittima (fig.6); dalla documentazione fotografica si osserva come fabbricati e manufatti presenti in questa zona, non mostrino lesioni riconducibili a movimenti di versante.

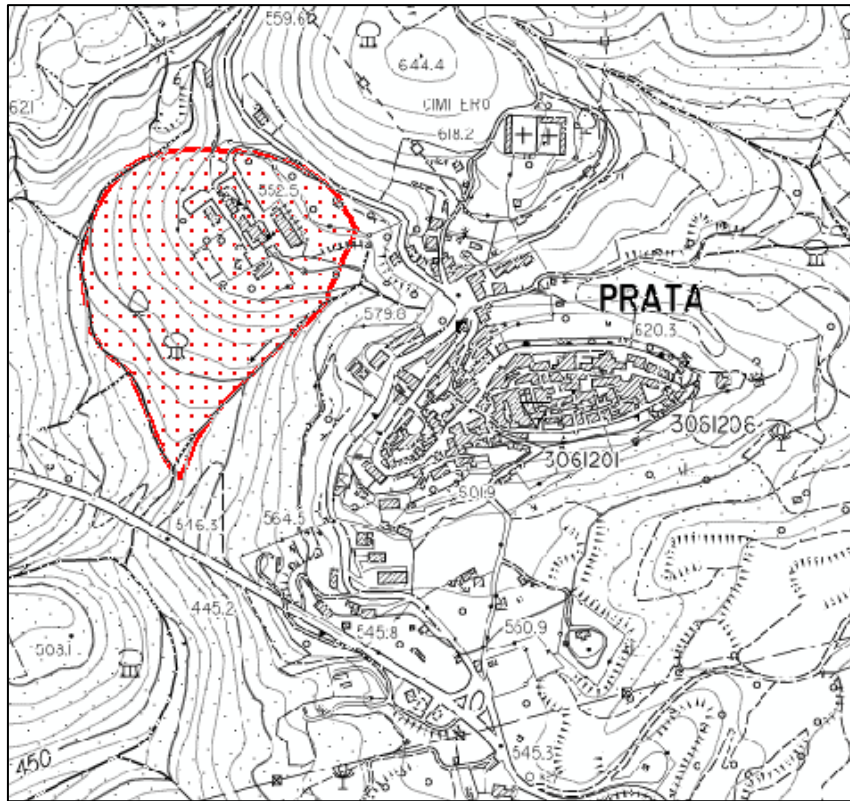


Figura 9 - in rosso l'area adesso indicata come "detrito di falda"



Figura 10

**Punto 4:** Massa Marittima, area in esame situata a S del capoluogo comunale.

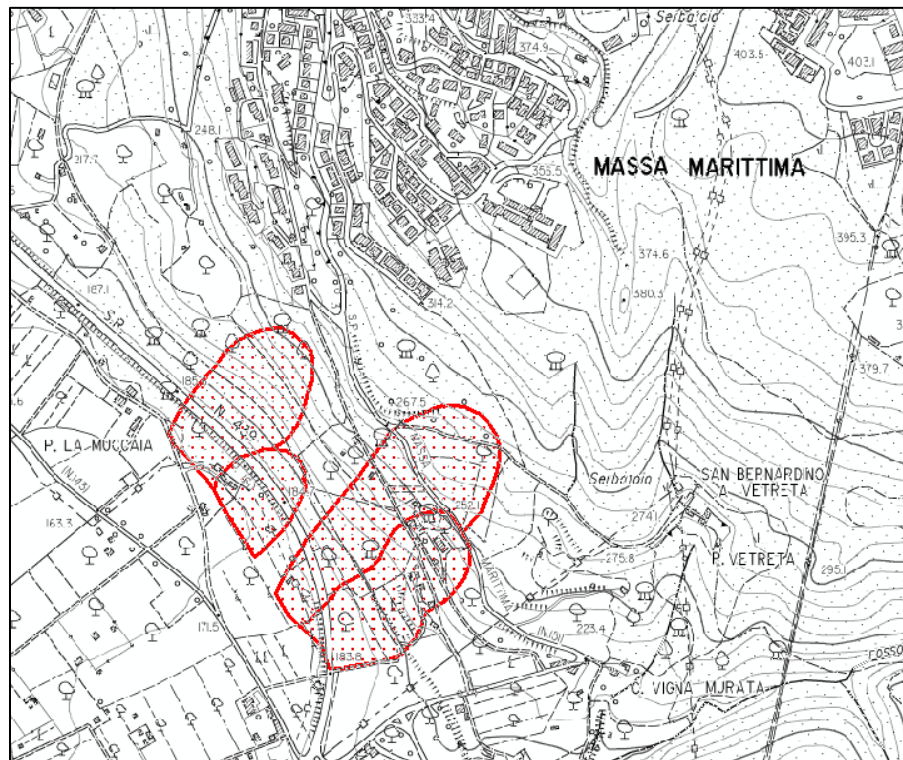


Figura 11 - in rosso l'area adesso indicata come "detrito di falda"

**Punto 5:** Montieri, area in esame situata a NE del capoluogo comunale.

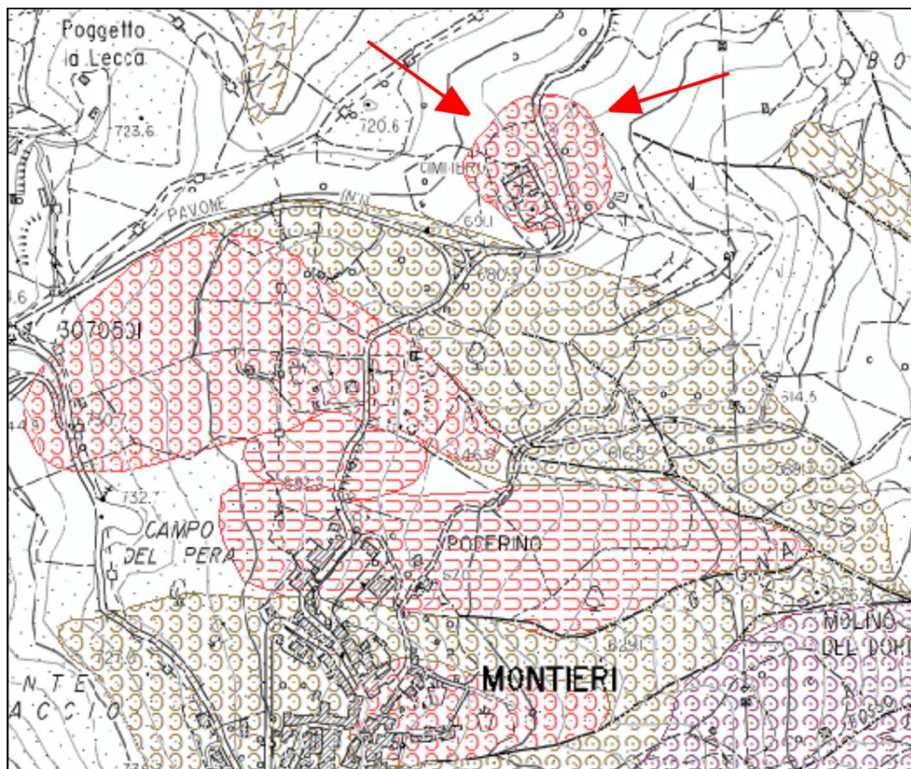


Figura 12 - con le frecce rosse l'area adesso indicata come "frana attiva"

Nella documentazione fotografica di seguito riportata (tratta da *Relazione Geologica Cimitero dell'abitato di Montieri - Indagini geognostiche edificio lesionato. Bianchi F. & Corti F., 2014*) si osserva

come, differentemente dalle situazioni sopra esposte, fabbricati e manufatti antropici presenti nella zona cimiteriale mostrano lesioni riconducibili ad un movimento di versante.

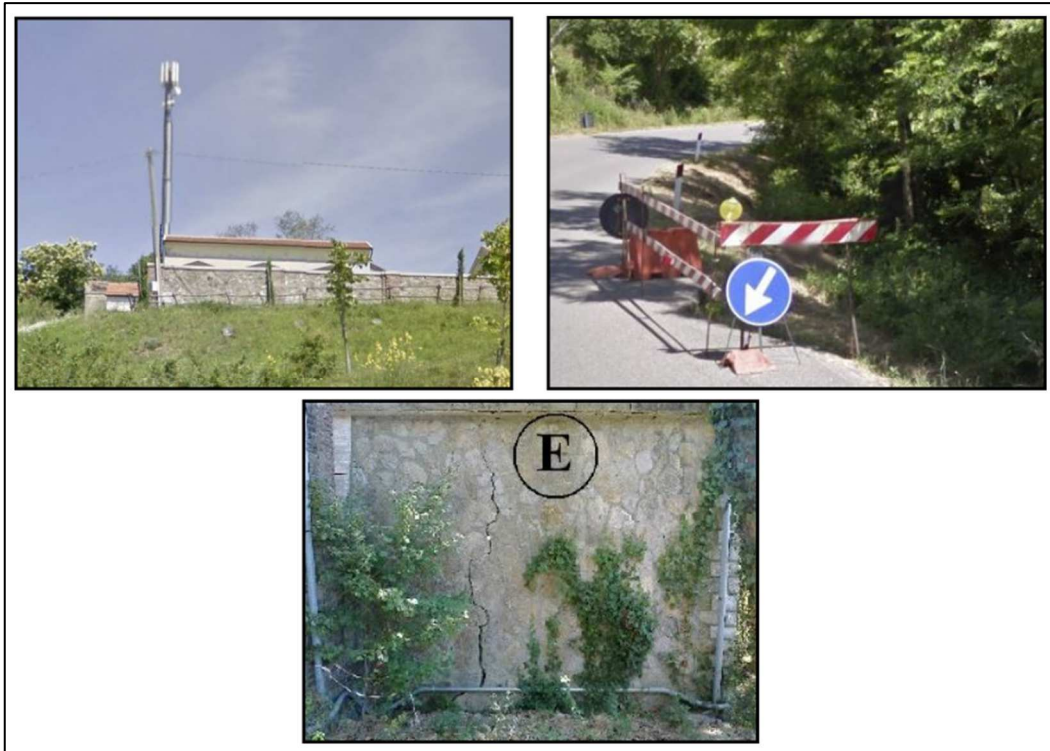


Figura 13

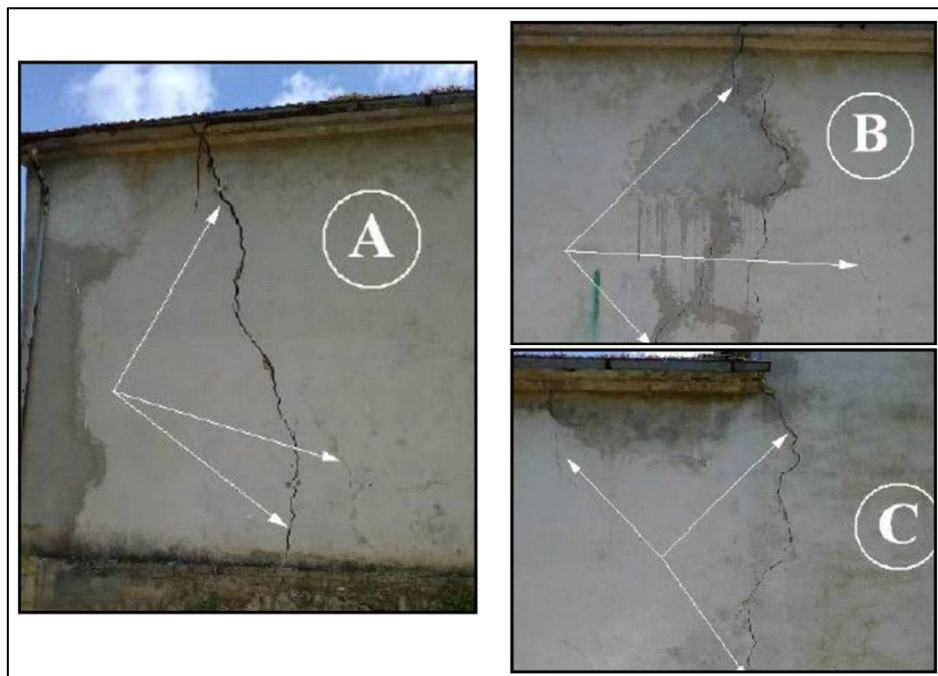


Figura 14

## 4. Assetto litologico tecnico (Tav.G04)

Nella tav. 04 è riportata la zonazione del territorio intercomunale, sulla base delle caratteristiche litologico-tecniche delle unità affioranti e loro coperture. Le unità litostratigrafiche sono state accorpate sulla base delle loro caratteristiche geomeccaniche, geotecniche e tessiturali, con riferimento alle proprietà desumibili da dati di letteratura.

Di seguito si riporta l'elenco delle Unità Litologico Tecniche (ULT) e l'accorpamento delle unità litostratigrafico corrispondente. Le sigle fanno riferimento alla legenda delle unità geologiche e geomorfologiche. Per le unità quaternarie, le sigle corrispondono a quelle ufficiali tratte dal *DB geomorfologico Regione Toscana*: b=depositi alluvionali attuali, bna=depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati, bnb=depositi alluvionali del pleistocene medio superiore, a1=frana con stato di attività indeterminato, a1a=frana attiva, a1q=frana quiescente, a1s=frana stabilizzata, a3a=coltri detritiche indifferenziate, aa=detrito di versante, b2a=depositi eluvio-colluviali, h1=discarica per inerti, h2=discariche di miniere, h5=terreni di riporto-bonifica per colmata. Le sigle identificative relative ai depositi alluvionali, indicano la granulometria del deposito (G=ghiaia, S=sabbia, L=limo, A=argilla).

### 1. Unità pre-quaternarie

#### 1.1 Unità litoidi

A1 - Rocce magmatiche (**BRG, GBB**)

A2 - Unità carbonatiche massive e stratificate (**CCA, RET, MAS, RSA, LIM, POD, CCL, ROSb, VILd, VILt**)

A3 - Rocce anidritico-gessose (**BUR, EMOG**)

A4 - Unità cristalline e scistose del basamento metamorfico (**SFS, SSR, VEU, VEUa, VEUb, VINb, VINc**)

#### 1.2 Unità complesse

B - Unità complesse a comportamento prevalentemente litoide (**FQR, MAC, MACb, MACc, OFI, BROi, MLL, PTF**)

C - Unità complesse a comportamento prevalentemente pelitico (**DSD, STO1, STO2, STO3, MACa, ACC, ACCa, ACCb, ACCc, APA, APAa, APAb, OMT, RCH, SIL**)

#### 1.3 Unità sciolte consolidate

D - Unità sciolte a comportamento prevalentemente attritivo (**SLEc, SLEm, SLEr, RAQa, RAQm, EMO, EMOb, MESa, MESb, PLIb, PLIs, VILa, VILb, VILe**)

E - Unità sciolte a comportamento prevalentemente coesivo (**FOS, EMO, FAA, VILc, VILh**)

### 2. Unità quaternarie

#### 2.1 Depositi sciolti consolidati

F1 - Depositi sciolti, consolidati, a comportamento prevalentemente attritivo (**bnb-G, bnb-S, bnb-SL**)

F2 - Depositi sciolti, consolidati, a comportamento attritivo/coesivo (funzione della % di argilla) (**bnb**)

## 2.2 Depositi sciolti non consolidati

G1 - Depositi sciolti, non consolidati, a comportamento prevalentemente attritivo (*br, bna-G, bna-GS, bna-GSA, bna-LS, bna-S, bna-SG, bna-SL, b-G, b-GS, b-LS, b-SG, b-SL*)

G2 - Depositi sciolti, non consolidati, a comportamento prevalentemente coesivo (*e3a, bna-AL, bna-LA*)

G3 - Depositi sciolti, non consolidati, a comportamento attritivo/coesivo (funzione della % di argilla) (*bna, bna-SLA, b, b-GSL*)

## 2.3 Depositi caotici

H - Depositi caotici, sciolti, non consolidati, a comportamento attritivo/coesivo (funzione della % di argilla) (*a1, a1a, a1q, a1s, a3a, aa, b2a, h1, h2, h5*)

# 5. Idrogeologia e permeabilità (Tav.G05)

L'assetto idrogeologico relativo al territorio intercomunale risulta molto complesso in virtù della vastità areale e della conseguente variabilità di condizioni geologiche/idrogeologiche e soprattutto dei numerosi bacini idrografici ed idrogeologici presenti.

Alla luce di tale complessità ed in base alle finalità del presente studio, in tav. 05, sono stati distinti, mediante opportuni tematismi, i complessi idrogeologici caratterizzanti l'area di studio. La classificazione è stata effettuata distinguendo, su base relativa, unità idrogeologiche con diverso tipo e grado di permeabilità.

Si tenga presente che nel testo, con il termine "permeabilità", si fa riferimento alla conducibilità idraulica dei mezzi geologici in esame, effettuando una approssimazione non rigorosa ma accettabile per le argomentazioni affrontate.

Per tipo di permeabilità (primaria, secondaria), si intende la modalità con la quale un litotipo acquisisce/ha acquisito la propria capacità di farsi attraversare dall'acqua: primaria se tale caratteristica è assunta al momento di formazione (per porosità), secondaria se acquisita successivamente per mezzo di fenomeni tettonici o geologici in generale (per fratturazione o carsismo). Il grado di permeabilità assegnato ai litotipi varia in una scala che comprende i termini (AA = molto alta, A = alta, M = media, B = bassa, BB = molto bassa).

L'accorpamento delle unità litostratigrafiche, oltre che sulla base della loro permeabilità relativa, è stato effettuato anche in base a criteri di tipo idrostratigrafico, tentando di fornire una "successione" di unità idrogeologiche che rispetti i principi di sovrapposizione stratigrafica delle unità geologiche.

Di seguito si riporta l'elenco delle unità idrogeologiche riportate in legenda, e l'accorpamento delle unità litostratigrafiche corrispondenti (dall'alto verso il basso idrostratigrafico):

### *Corpi acquiferi detritici superficiali*

1 - Corpi detritici superficiali: comprende tutte le coperture detritiche di origine gravitativa, eluviale, colluviale, carsica ed antropica (*a3a, aa, a1, a1a, a1q, a1s, b2a, br, h1, h2, h5*) caratterizzate da permeabilità primaria di grado molto elevato (P-AA). Da sottolineare che il grado di permeabilità può variare sensibilmente in funzione delle condizioni locali dei depositi (percentuale di materiale argilloso in matrice).

### ***Complessi idrogeologici multistrato delle pianure e dei terrazzi alluvionali, dei depositi fluvio-lacustri e palustri quaternari***

Il gruppo di unità idrogeologiche di seguito elencate, in virtù delle caratteristiche degli ambienti di sedimentazione (fluviale, fluvio-lacustre, palustre) e, conseguentemente, dei rapporti geometrici di interdigitazione fra le singole unità, si configura spesso come un acquifero multistrato, dato dall'alternanza di livelli sabbioso-ghiaiosi permeabili e livelli limosi-argillosi impermeabili o quasi.

2a - Depositi sabbioso-ghiaiosi e travertinosi (acquifero): comprende i depositi quaternari di ambiente fluviale, caratterizzati da granulometrie grossolane (sabbie e ghiaie) (*f1a, b-G, b-GS, b-GSL, b-SG, bna-G, bna-GS, bna-S, bna-SG, bnb-G, bnb-GS, bnb-SG*), entro cui è atteso un grado di permeabilità elevato (P-A).

2b - Depositi limoso-argillosi (acquitardo): comprende i depositi quaternari di ambiente fluviale e lacustre/palustre, caratterizzati da granulometrie fini (limi ed argille prevalenti) (*b-LA, b-SL, b-LS, bna-AL, bna-LA, bna-LS, bna-SL, bna-SLA, bnb-SL, e3a*), entro cui è atteso un grado di permeabilità basso (P-B).

2c - Depositi a tessitura indeterminata: comprende i depositi quaternari di ambiente fluviale, per i quali non si hanno informazioni sulla tessitura (*b, bna, bnb*). Per tali depositi, in considerazione della natura sedimentaria e delle caratteristiche deposizionali degli ambienti fluviali relativi al contesto studiato, è stata assegnato un grado di permeabilità medio (P-M).

### ***Complessi idrogeologici neogenici***

Il gruppo di unità idrogeologiche di seguito elencate comprende unità legate ad ambienti di sedimentazione differenti fra loro (prevalentemente fluvio-lacustre, lagunare e marino con acque poco profonde), accomunati dalla storia geologica di bacini con rapida evoluzione tettono-sedimentaria. Tale contesto comporta spesso la presenza di eteropie, iatus deposizionali e dislocazioni tettoniche fra mezzi idraulici posti a quote stratigrafiche differenti.

3a - Depositi sabbioso-ghiaiosi, arenarie e conglomerati (acquifero): si tratta di depositi con permeabilità mista (primaria nel caso dei depositi sciolti, secondaria nel caso dei depositi cementati potenzialmente fratturati), caratterizzati da tessiture prevalentemente granulari (*VILe, VILb, VILa, PLIs, PLIb, MESb, MESa, SLEm, SLEr, SLEc*), entro cui è atteso un grado di permeabilità medio (PS-M). Il grado di permeabilità può variare sensibilmente in funzione delle locali condizioni di cementazione, tettonizzazione e della percentuale di matrice fine (limi ed argille).

3b - Travertini e calcari (acquifero): si tratta di depositi con permeabilità secondaria (per fratturazione/carsificazione), caratterizzati da litologie potenzialmente fratturate e/o carsificate (*VILt, VILd, EMOb, ROSb*), entro cui è atteso un grado di permeabilità medio (S-M). Il grado di permeabilità può variare sensibilmente in funzione delle locali condizioni di fratturazione/carsificazione.

3c - Depositi argillosi ed argilloso-limosi (acquiclude): si tratta di depositi con permeabilità primaria, caratterizzati dalla prevalenza di granulometrie argillose-limose (*VILc, FAA, MESd, EMO, EMOG, RAQm, RAQa, FOS*), entro cui è atteso un grado di permeabilità molto basso (P-BB).

### ***Complesso ligure e sub-ligure***

Il raggruppamento comprende le porzioni stratigrafico-strutturali più elevate dell'edificio strutturale appenninico. All'interno di questo complesso, data la natura litologica delle unità che lo caratterizzano, entro cui prevalgono depositi di natura flyschoidi ed alternanze ritmiche e scompagnate di argilliti e calcari, non costituisce particolare interesse dal punto di vista della permeabilità. Tuttavia localmente, in contesti caratterizzati da successioni particolarmente ricche in litologie carbonatiche (calcari e marne) si riscontra la presenza di buoni acquiferi, soprattutto dove questi sono interessati da intensa tettonizzazione.

4a - Acquitaro delle Argille a palombini: comprende la formazione delle Argille a palombini ed i suoi membri (*APA, APAb, APAa*). Trattasi di alternanze scompagnate di litologie prevalentemente impermeabili (argilliti e siltiti) con livelli di calcari spesso poco potenti e raramente in connessione idraulica fra di loro. Per tale motivo l'unità viene classificata come acquitaro (S-B).

4b - Acquiferi calcarei ed ofiolitici delle unità liguri interne: comprende la successione di base delle unità liguri interne (*CCL, BROi, OFI, BRG, GBB*). L'unità presenta buone caratteristiche di conducibilità idraulica per tettonizzazione (S-A) sebbene si presenti spesso in condizioni di scarsa continuità laterale.

4c - Acquitaro delle unità flyschoidi ed argillitico-calcaree liguri e sub-liguri: comprende formazioni con caratteristiche litologiche piuttosto differenti fra loro (*OMT, RCH, MLL, SIL, PTF, ACC, ACCc, ACCb, ACCa*), accomunate però da assetti scompagnati tipici delle successioni flyschoidi, in cui si osserva spesso scarsa continuità laterale delle porzioni permeabili. In generale all'unità viene assegnato un grado di permeabilità basso (S-B). Tuttavia, localmente, in contesti caratterizzati da successioni particolarmente ricche in litologie carbonatiche (calcari e marne) si riscontra la presenza di buoni acquiferi, soprattutto dove questi sono interessati da intensa tettonizzazione.

### ***Complesso della Falda Toscana***

Il raggruppamento comprende due acquiferi classificati come Corpi Idrici Sotterranei Significativi (CISS) dal consorzio LAMMA, che corrispondono al Macigno ed alla successione dei calcari mesozoici. Tali acquiferi presentano notevole estensione ed importanza nel territorio intercomunale e, secondo la maggior parte degli autori, rappresentano la principale zona di ricarica del sistema geotermico di Larderello-Travale.

5 - Acquifero del Macigno (CISS 99MM940): comprende la formazione del Macigno ed i suoi membri (*MAC, MACc, MACb, MACa*). All'unità è stata assegnato un grado di permeabilità molto elevato (S-AA) in virtù delle caratteristiche tessiturali e del frequente stato di fratturazione. La permeabilità di questa unità tende ad assumere un andamento decrescente nel tempo, a causa dell'intasamento delle fratture da parte del materiale fine dilavato dalle acque ipogee. Le acque circolanti in questo acquifero presentano spesso buone caratteristiche idrochimiche grazie all'elevata cinetica di solubilizzazione delle fasi minerali costituenti la roccia e la scarsa presenza di metalli pesanti. tali considerazioni non sono applicabili alle zone di affioramento del Macigno nella zona di Monterotondo M.mo, ove si riscontrano fenomeni di mescolamento con fluidi idrotermali di origine profonda, che alterano sensibilmente le caratteristiche idrochimiche delle acque sotterranee.

6 - Acquitaro argillitici e marnosi della Falda Toscana: si tratta di formazioni tendenzialmente poco permeabili (*STO3, STO2, STO1, DSD, POD*) in virtù della loro composizione litologica (argilliti, radiolariti, marne) e della tendenza ad occludere le fratture presenti con materiale fine insolubile (minerali argillosi). all'unità è assegnata permeabilità bassa (S-B).

7 - Acquifero dei calcari mesozoici della Falda Toscana (CISS 99MM040): comprende la successione di base della Falda Toscana (*LIM, RSA, MAS, RET, CCA, BUR*), che affiora estesamente e con notevole potenza nel territorio studiato. All'unità è stata assegnato un grado di permeabilità molto elevato (S-AA) in virtù delle caratteristiche litologico-tessiturali, del frequente stato di fratturazione e di carsificabilità. Le acque circolanti in questo acquifero presentano spesso buone caratteristiche idrochimiche e medie caratteristiche di durezza grazie all'elevata velocità di circolazione e la scarsa presenza di metalli pesanti nelle rocce.

### ***Complesso metamorfico di base***

Il raggruppamento costituisce la porzione più profonda dell'edificio strutturale appenninico affiorante nell'area di studio ed è costituito da rocce metamorfiche con caratteristiche generalmente non eccezionali dal punto di vista della conducibilità idraulica, sia in virtù delle litologie, sia in virtù delle articolazioni tettoniche e conseguenti interruzioni laterali dei mezzi idraulici.

8a - Acquiclide delle filladi: comprende litologie con tessiture scistose dominate da minerali argillosi (*SSR*, *SFS*) nelle quali è attesa una permeabilità ridotta (S-BB).

8b - Acquitardo delle metamorfite del Verrucano: comprende le formazioni del ciclo triassico di base (*VINc*, *VINb*, *VEU*, *VEUb*, *VEUa*). Trattasi di rocce metasedimentarie, caratterizzate da una discreta variabilità di litologie (quarziti, metaconglomerati, filladi, metacalcari e dolomie) che nel complesso assume una permeabilità scarsa (S-M). Tuttavia, in locali contesti poveri in filladi e caratterizzate da buono stato di fratturazione è possibile l'instaurazione di potenziali acquiferi.

### *Altro*

Filoni idrotermali di quarzo: rivestono corpi con limitata estensione areale e scarsa connessione idraulica, pertanto non interessanti dal punto di vista della circolazione idrica sotterranea.

Nella Tav. 05, oltre alla rappresentazione delle unità idrogeologiche sopra descritte, sono riportate, con apposito tematismo, le strutture tettoniche, spesso responsabili della presenza di zone di fratturazione interessanti dal punto di vista idrogeologico e della dislocazione di unità con caratteristiche idrauliche differenti (soglie di permeabilità).

Infine, per completezza di informazione, nella tav. 05 sono state riportati tutti i punti d'acqua idropotabili (sorgenti idropotabili, pozzi idropotabili) censiti dal servizio SIRA-ARPAT e quelli non idropotabili censiti dal BDSRI Regione Toscana.

## **6. Morfologia e pendenze (Tav.G06)**

Con la finalità di approfondire e completare la descrizione dell'assetto morfologico del territorio studiato, e con l'obiettivo di fornire un ulteriore strumento per la redazione delle carte di pericolosità, ai sensi del D.P.G.R. 5/R/2020, è stata redatta la carta delle pendenze (Tav. G06).

La tavola è stata redatta utilizzando come base di dati lo "Slope idrologico" fornito da Regione Toscana (Geoscopio/RT). Il dataset è costituito da un raster con risoluzione al suolo pari a 10 m, ricavato da DTM idrologico, ottenuto a sua volta a partire dai dati CTR Regione Toscana. Nella scheda tecnica allegata al dataset utilizzato si legge:

*"Il dato di CTR presentava i seguenti valori di accuratezza: scarto massimo  $th=1.80$  m dei punti quotati. Per le curve di livello scarto massimo  $tcl=3.50$  m per le zone con pendenza inferiore al 5%, scarto massimo  $tcl=4.00$  m per le zone con pendenza media superiore al 5%. Poiché nelle vette e sui crinali la mancanza di un valore di quota può determinare appiattimenti e terrazzamenti impropri, si è proceduto ad un'operazione di rinfittimento dei punti quotati nelle zone suddette."*

Attraverso un processo di riclassificazione, in ambiente GIS, i valori di pendenza espressi in percentuale, sono stati discretizzati secondo sei classi, scelte al fine di rendere una rappresentazione più leggibile possibile del territorio, come di seguito elencate:

- Classe 1: 0% - 10% (ca. 0° - 6°)
- Classe 2: 10% - 20% (ca. 6° - 11°)
- Classe 3: 20% - 25% (ca. 11° - 14°)
- Classe 4: 25% - 50% (ca. 14° - 27°)
- Classe 5: 50% - 70% (ca. 27° - 35°)
- Classe 6: oltre il 70% (ca. 35°)

## 7. Frequenze fondamentali di risonanza dei depositi (Tav.G07)

Sulla base di quanto riportato nelle linee guida ICMS (*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica, redatto a cura della Protezione Civile nel 2008*), sono state redatte le tavole delle frequenze fondamentali di risonanza dei depositi: queste sono state elaborate a partire dalla campagna geofisica eseguita ad hoc per il Piano Strutturale Intercomunale dagli scriventi fra Novembre 2018 e Febbraio 2019, che prevedeva n.73 punti di misura tramite l'impiego della tecnica HVSR.

L'elaborazione è stata completata con ulteriori n.42 indagini sismiche passive a stazione singola HVSR relative a studi progressivi.

Gli elaborati grafici redatti (*Carta delle frequenze fondamentali di risonanza dei depositi*, in scala 1:5000 - 1:10000, "Tav.G07 A-B-C"), riportano l'ubicazione di tutte le misure di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR), con i relativi valori della frequenza fondamentale ( $f_0$ ).

Per le metodologie di lavoro ed i risultati completi relativi alle indagini geofisiche HVSR, si rimanda all'appendice "Indagini sismiche per l'aggiornamento del quadro conoscitivo".

La prova consiste nella valutazione dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno, misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti: per questo assume la denominazione di prova **HVSR** (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). La funzione H/V è caratterizzata da valori massimi in corrispondenza della frequenza di risonanza delle onde S. Studi teorici e osservazioni sperimentali mostrano che esiste una relazione non lineare tra l'ampiezza dei massimi della curva H/V e l'entità del contrasto di impedenza sismica alla base della copertura.

L'interpretazione delle misure eseguite consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato (bedrock sismico) e di individuare una corrispondenza fra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e le variazioni litologiche presenti nel sottosuolo: come osservabile dagli elaborati grafici e dalle relazioni sismiche in allegato, le misure realizzate rispecchiano in generale l'assetto geologico del sottosuolo.

La conoscenza delle frequenze fondamentali di risonanza dei terreni di fondazione e delle strutture antropiche che vi si trovano, è di cruciale importanza ai fini della pianificazione urbanistica e della progettazione anti-sismica in quanto, se questi due parametri dovessero coincidere, in caso di sisma, si creerebbe il cosiddetto fenomeno della "doppia risonanza".

Come si può notare nelle tavole G07, i risultati delle indagini HVSR eseguite nella vallata del *Fosso Fossona* (Frassine), nella vallata della *Gora delle Ferriere* a Cura Nuova, a Valpiana e zona Ind. Valpiana, nella vallata del *Fosso Venelle* a Massa Marittima ed a Ghirlanda, sono stati elaborati tramite procedure di interpolazione e, nello specifico, mediante un algoritmo di natura deterministica (Inverse Distances Weighting). In queste aree quindi è stata eseguita un'interpolazione spaziale delle frequenze fondamentali di risonanza  $f_0$  ottenute con le indagini HVSR sul campo.

## 8. MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) (Tav.G08)

Relativamente agli aspetti sismici, si è realizzato uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1, in conformità a quanto richiesto dal D.P.G.R. 5/R/2020, Allegato A §2, punto B.6, per i comuni classificati in zona 3 di pericolosità sismica di base (OPCM 3267/2006). La finalità dello studio è quella di sottolineare gli elementi essenziali per la valutazione degli effetti locali e di sito, per la riduzione del rischio sismico e si è concretizzato nella redazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

Le tavole delle MOPS ("Tav.G08 A-B-C-D-E-F", alla scala 1:5000) individuano le microzone ove è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, cedimenti

differenziali, instabilità di versante, liquefazione, ecc.), sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche, della valutazione di dati litostratigrafici pregressi e per mezzo della campagna geofisica effettuata nelle aree di maggiore interesse con indagini di sismica a rifrazione in onde P e di sismica passiva a stazione singola HVSR.

Queste tavole sono stata realizzate sui principali centri abitati e nelle zone di potenziale espansione urbanistica; la redazione è conforme alle linee guida fornite dalla Protezione Civile “*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*” (ICMS, 2008) ed ai successivi aggiornamenti degli Standard di Rappresentazione ed Archiviazione informatica dei dati (versione 4.1, 2017).

In particolare le aree oggetto degli studi di MS sono i seguenti:

- **Comune di Massa Marittima:** Cura Nuova e vallata della *Gora delle Ferriere* fino alla “loc. Il Cilindro”, Valpiana e zona Ind. Valpiana, Massa Marittima e vallata del *Fosso Venelle*, Ghirlanda, Niccioleta, Prata, Tatti;
- **Comune di Monterotondo Marittimo:** Frassine e vallata del *Fosso Fossone*, Monterotondo Marittimo;
- **Comune di Montieri:** Boccheggiano, Montieri, Gerfalco, Travale.

Lo studio di MS permette di classificare il territorio, in tre tipi di zone per le quali si attende un comportamento omogeneo alle sollecitazioni di natura sismica:

- ✓ **Zone stabili:** zone in cui il moto sismico non viene amplificato rispetto alle condizioni di “roccia rigida o pianeggiante” (Amplificazione = 1.0). Comprendono quelle zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura ed aventi substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s) in affioramento.
- ✓ **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:** aree in cui sono attese amplificazioni rispetto al caso ideale (pericolosità di base), dovute a cause litostratigrafiche e/o geomorfologiche. All’interno di questa zona sono state definite delle sottozone con caratteristiche litologico-tecniche e sismo-stratigrafiche omogenee.
- ✓ **Zone di attenzione (ZA) per instabilità:** aree in cui sono presenti, o suscettibili di attivazione, fenomeni di deformazione permanente del territorio, indotti o innescati dal sisma. Sono comprese in questa zona:
  - **cedimenti differenziali**, individuabili al contatto fra terreni con competenza diversa con un buffer di 10 metri a cavallo dei contatti stessi (**ZAcD**);
  - fenomeni di **instabilità di versante**, ovvero tutte quelle aree che sono soggette a dissesti geomorfologici in atto o di cui non è definibile lo stato di attività (**ZAfr**);
  - fenomeni di **liquefazione**, che interessano i depositi sabbiosi saturi per effetto di un rapido e significativo aumento della pressione interstiziale, che può essere indotto da fenomeni di filtrazione o da un evento sismico (**ZAlq**).
  - **sovrapposizione di instabilità differenti** (**ZAid**);

Di seguito sono descritte le peculiarità riscontrate nelle aree studiate, con riferimento alle cartografie riportate in tav. 08.

## Zone Stabili e Zone Stabili suscettibili di amplificazione locale

Nel territorio comunale sono state individuate zone stabili estese, soprattutto nelle aree collinari ed in quelle ai bordi delle vallate sub-pianeggianti, con substrato rigido in affioramento (per substrato rigido si intende “substrato sismico” con  $V_s > 800$  m/s). Queste, nell’area di interesse della Microzonazione Sismica, si possono suddividere in “zone stabili con substrato lapideo” e “zone stabili con substrato formato da alternanza di litotipi”.

Di seguito sono elencate le unità litostratigrafiche che le compongono, e delle quali si può trovare una descrizione completa nel paragrafo “2.2 Assetto Stratigrafico”;

*Zone stabili con substrato lapideo:*

- ✓ Travertini e Calcari continentali (VILt)
- ✓ Breccie ofiolitiche (BROi)
- ✓ Macigno (MAC)
- ✓ Marne a *Posidomya Alpina* (POD)
- ✓ Calcare selcifero di Limano (LIM)
- ✓ Calcare Rosso Ammonitico (RSA)
- ✓ Calcare Massiccio (MAS)
- ✓ Calcari e marne a *Rhaetavicula contorta* (RET)
- ✓ Calcare Cavernoso (CCA)
- ✓ Formazione di Vinca: metacalcari, calcescisti e filladi carbonatiche (VINc)
- ✓ Scisti a *Spirifer* (SFS)

*Zone stabili con substrato formato da alternanza di litotipi:*

- ✓ Argille a Palombini (APA)
- ✓ Flysch di Ottone-Monteverdi (OMT)
- ✓ Scaglia Toscana (STO)
- ✓ Diaspri (DSD)

La profondità e la geometria del substrato sismico sono state definite sulla base delle risultanze delle indagini geognostiche e geofisiche già a disposizione, della campagna geofisica eseguita ad hoc per il Piano Strutturale Intercomunale e per mezzo dei dati di letteratura, come ad esempio le “*Note Illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50000 - Foglio 306 Massa Marittima*”.

Per quanto riguarda le “*zone stabili suscettibili di amplificazione locale*”, vi sono state inserite tutte le aree caratterizzate dalla presenza di *depositi alluvionali e depositi alluvionali terrazzati* (quaternario), *depositi palustri* (quaternario), *depositi continentali villafranchiani* (conglomerati, sabbie, argille), *depositi marini pliocenici e depositi lacustri messiniani*.

Sono stati inoltre inseriti in questa classe anche i litotipi che costituiscono il substrato rigido, ove, a causa del loro stato di alterazione/fratturazione o di instabilità superficiale (frane, sia attive che quiescenti, e falde detritiche), non risultano riconducibili a zone stabili.

Zone di attenzione (ZA) per instabilità

Infine sono state individuate le zone di attenzione per le instabilità (ZA), già definite e di seguito brevemente descritte:

*Zone di attenzione per cedimenti differenziali (ZAcd):* riconducibili essenzialmente alle zone di contatto tra litotipi rocciosi stabili e depositi più o meno sciolti del *Quaternario* e del *Neogene*, zone contigue tra zone stabili e depositi di falda detritica e aree di contatto tra zone stabili e zone di attenzione per instabilità (aree in frana o con possibilità di fenomeni di liquefazione). Tale zona è definita da un buffer di 10 m a cavallo dei contatti stessi;

*Zone di attenzione per instabilità di versante (ZAfr):* riconducibili alle aree soggette a dissesti geomorfologici in atto o di cui non è definibile lo stato di attività, ed indicate in carta con un retino obliquo (vedi figura di seguito);

*Zone di attenzione per fenomeni di liquefazione (ZAfq):* nell’area di studio comprendono i depositi sabbiosi saturi, liquefacibili a seguito di eventi sismici. Qui di seguito l’ubicazione delle aree che rientrano in questa descrizione: vallata del *Fosso Fossone* (Frassine), Cura Nuova e vallata della *Gora delle Ferriere* (Massa Marittima), Valpiana e zona Ind. Valpiana, vallata del *Fosso Venelle* (Massa Marittima), Ghirlanda;

*Zone di attenzione per sovrapposizione di instabilità differenti (ZAid):* aree in cui si presenta una sovrapposizione tra due o più zone di attenzione per instabilità.

Oltre a queste zone, nelle tavole delle MOPS di livello 1, sono indicate anche le “*Falde Detritiche*” (vedi figura di seguito), ovvero forme dovute alla degradazione, più o meno superficiale, delle rocce e costituite da frammenti con spigoli vivi e con forma e dimensioni molto differenti, a seconda del tipo di alterazione che li ha creati.

Generalmente, i limiti di una *falda detritica* corrispondono a zone di tipo ZAcD. A questa casistica fanno eccezione le situazioni in cui le *falde detritiche* presentano caratteristiche litotecniche simili al substrato da cui sono state generate.

Sono state inoltre evidenziate, con apposito sovrassegno (vedi figura di seguito), le aree con pendenza maggiore di 15°; sono indicate nelle tavole anche le ubicazioni delle indagini di sismica passiva a stazione singola (HVSR), le cui frequenze fondamentali  $f_0$  sono riportate in “Tav.G07”.

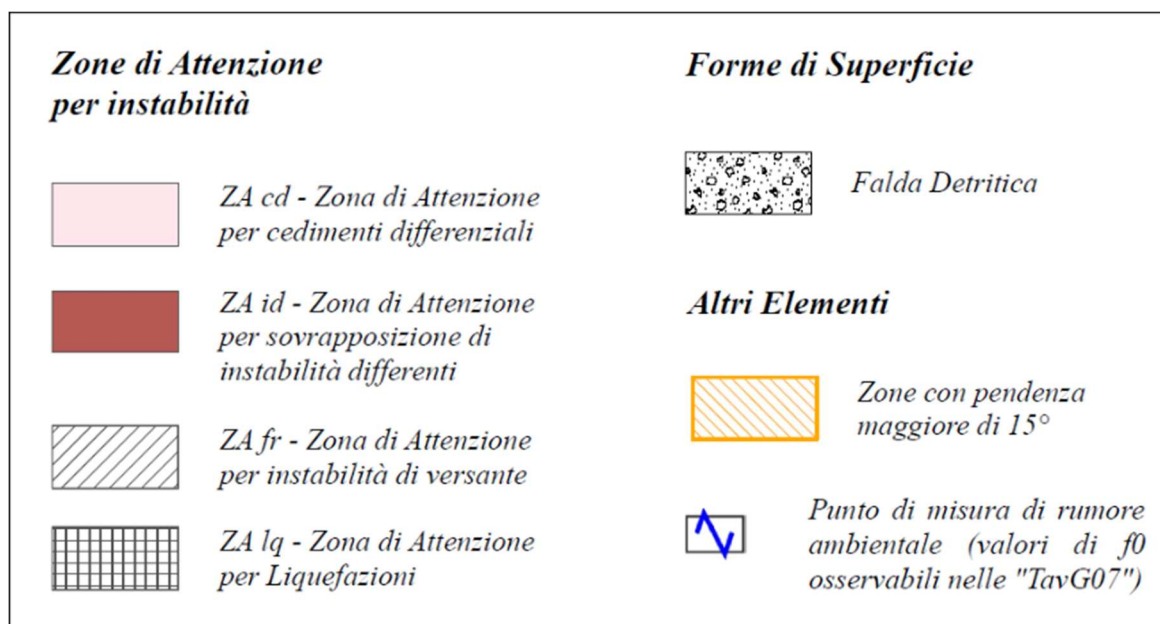


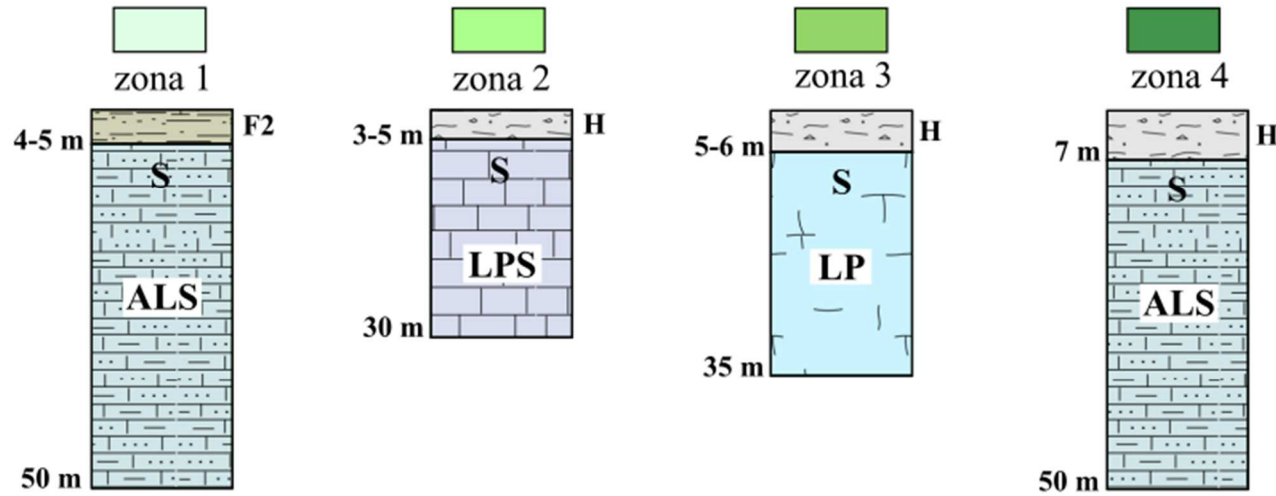
Figura 15 - Legenda delle “Tav.G08 MOPS livello 1”, con i retini delle Zone di attenzione (ZA) per instabilità, delle Forme di superficie e di altri elementi presenti nelle suddette tavole.

Di seguito si riportano le colonne sismo-stratigrafiche relative alle *zone stabili suscettibili di amplificazione locale* con cui sono state suddivise le aree di studio, nelle quali si riportano litologie prevalenti e profondità del substrato sismico (gli spessori riportati devono essere considerati come puramente indicativi poiché ricavati sulla base di dati di letteratura e molto variabili in funzione del contesto geologico strutturale).

# Carta MOPS 1 Livello

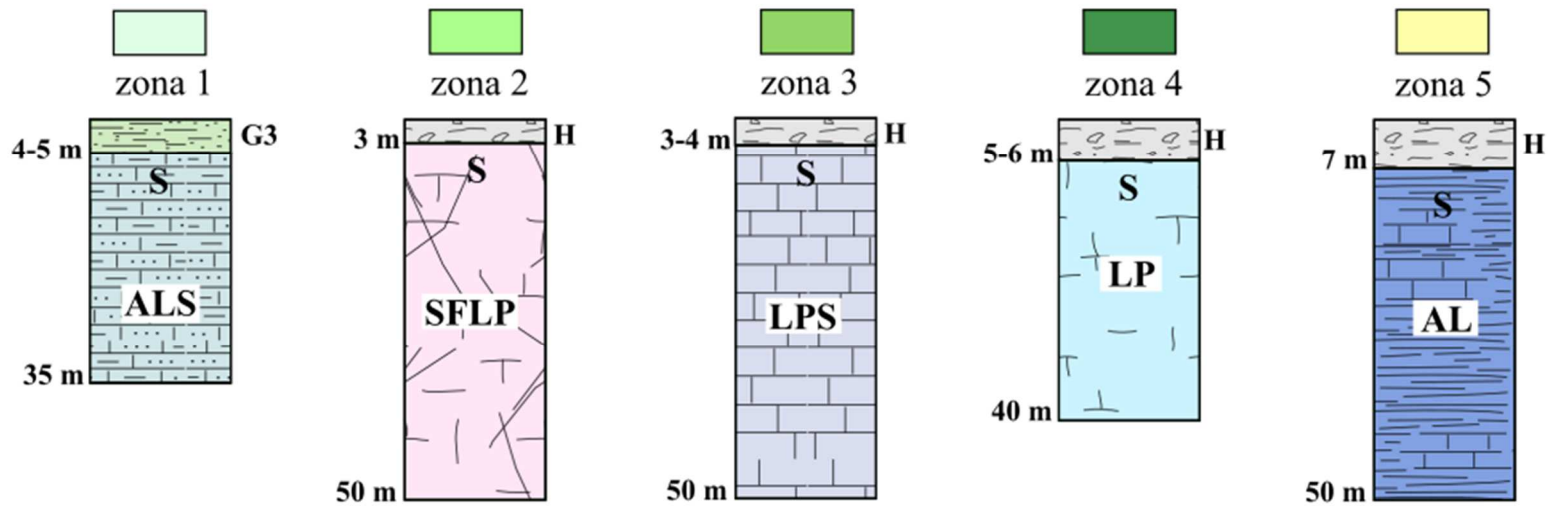
## Colonne sismo-stratigrafiche Zone Stabili suscettibili di amplificazione locale

### Monterotondo Marittimo - Frassine



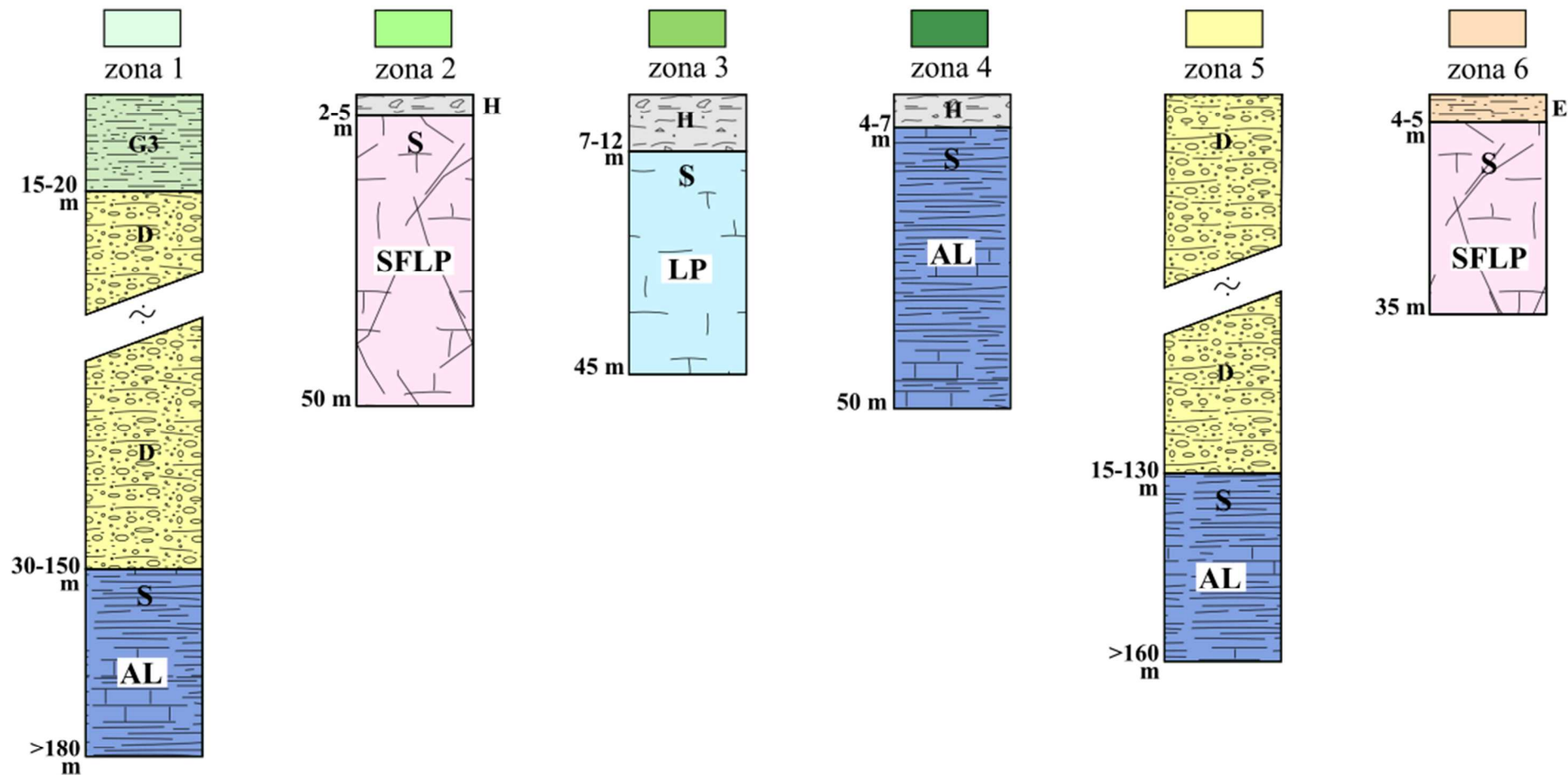
Scala 1:1000

### Montieri - Boccheggiano - Gerfalco - Travale



**Carta MOPS 1 Livello**  
**Colonne sismo-stratigrafiche Zone Stabili suscettibili di amplificazione locale**







**Massa Marittima - Cura Nuova - Valpiana - Prata - Niccioleta - Tatti**



**Scala 1:1000**



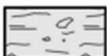
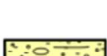
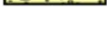
**Carta MOPS 1 Livello**  
**Legenda colonne sismo-stratigrafiche**  
**Zone Stabili suscettibili di amplificazione locale**

*n.1*

	zona 1
	zona 2
	zona 3
	zona 4
	zona 5
	zona 6

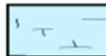

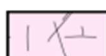


*n.2* *Unità Litologico Tecniche  
Tav. G04*

**Terreni di copertura**

	<b>F2</b> - Depositi sciolti, consolidati, a comportamento attritivo/coesivo (bnb)
	<b>G3</b> - Depositi sciolti, non consolidati, a comportamento attritivo/coesivo (b-bna)
	<b>H</b> - Depositi caotici, sciolti, non consolidati, a comportamento attritivo/coesivo (a1-a1a-a1q-a3a)
	<b>D</b> - Unità sciolte a comportamento prevalentemente attritivo (VILa-VILb-MESa-MESb)
	<b>E</b> - Unità sciolte a comportamento prevalentemente coesivo (VILh)

*n.3* *"Standard di rappresentazione di MS"  
Versione 4.1 (2017)*

**Substrato**

	<b>LP</b> - Lapideo (MAC)
	<b>LPS</b> - Lapideo stratificato (POD-SFS)
	<b>SFLP</b> - Lapideo fratturato o alterato (CCA-VILt)
	<b>AL</b> - Alternanza di litotipi (APA)
	<b>ALS</b> - Alternanza di litotipi stratificato (OMT-STO)

**NOTA:**

*Legenda n.1: riporta le sei "zone stabili suscettibili di amplificazione locale" presenti all'interno delle tavole delle MOPS di 1 livello.*

*Legenda n.2: rappresentazione schematica dei "Terreni di copertura" rappresentati nelle colonne sismo-stratigrafiche. La descrizione fa riferimento alle ULT (Unità Litologico Tecniche), create accorpando le unità litostratigrafiche che vi compaiono (segnate in descrizione).*

*Legenda n.3: rappresentazione schematica del "Substrato sismico" (S nelle colonne stratigrafiche) all'interno delle aree di MS.*

*Le campiture corrispondono a quelle previste nella versione 4.1 (Ottobre 2017) dello "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per la Microzonazione Sismica".*

## 9. Carte di pericolosità

### 9.1 Pericolosità geologica (Tav.G09)

La carta della Pericolosità Geologica è stata redatta conformemente a quanto previsto dall'allegato A al D.P.G.R. 5/R/2020, punto C.1. In particolare, le classi di pericolosità sono state attribuite secondo le seguenti definizioni:

- **Pericolosità geologica bassa (G.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.
- **Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.
- **Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.
- **Pericolosità geologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo.

In legenda, alla voce “Pericolosità Geologica (D.P.G.R. 5/R/2020)”, sono riportati i tematismi utilizzati per la rappresentazione grafica: bianco e giallo chiaro rispettivamente per “G.1 bassa” e “G.2 media”, mentre con l'arancio viene indicata una “G.3 elevata”, ovvero “[...] instabilità di versante con stato di attività quiescente o indeterminato e corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi [...]”: le aree a pericolosità geologica “G.4 molto elevata - zone con instabilità attiva” invece, sono campite con il colore rosso.

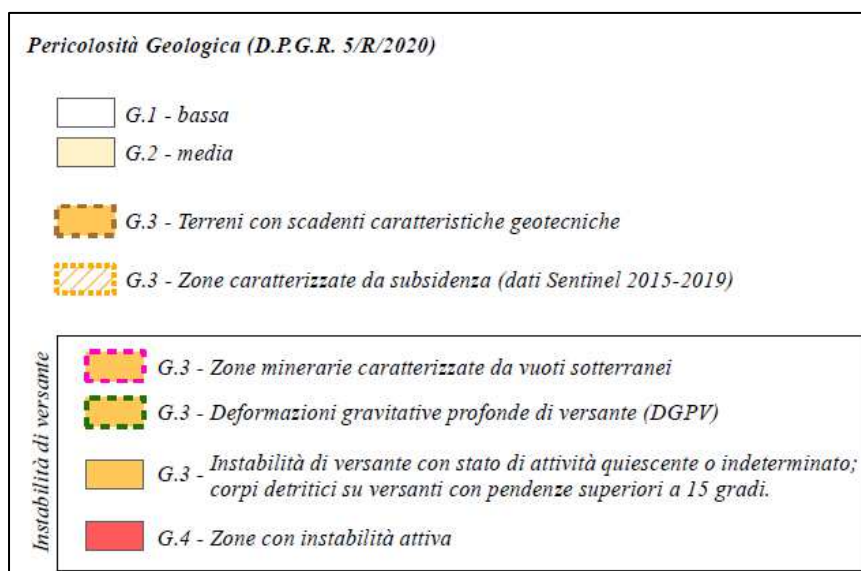


Figura 16 - Legenda della “Tav.09 - Pericolosità Geologica” (a)

Contestualmente alla classificazione di pericolosità prevista dal D.P.G.R. 5/R/2020, punto C.1, nel presente studio di aggiornamento del quadro conoscitivo sono stati recepiti i perimetri della cartografia ufficiale “Distretto Appennino Settentrionale PAI Frane” trasmessi in allegato alla comunicazione Protocollo Partenza N°6531 (Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale, vedi appendice alla presente) del 02/09/2020 (fig.17 - Legenda della “Tav.09 - Pericolosità Geologica” - b).



Figura 17 - Legenda della “Tav.09 - Pericolosità Geologica” (b)

Come specificato nella legenda della Tav.09 di *Pericolosità Geologica*, e riproposto nelle fig.16 e 17, il colore di riempimento dei poligoni indica il grado di Pericolosità, mentre il perimetro assegnato determina il tipo di fenomeno associato.

La tematizzazione utilizzata ha permesso inoltre di distinguere, all’interno delle aree a pericolosità elevata (G.3), delle sottozone caratterizzate da fenomeni differenti (vedi fig. 16):

a) *G.3 - Terreni con scadenti caratteristiche geotecniche*; individuati in carta con riempimento arancio e contorno tratteggiato marrone chiaro.

b) *G.3 - Zone minerarie caratterizzate da vuoti sotterranei*; identificate in Tav. 09 con riempimento arancio e contorno tratteggiato viola chiaro. Lo sviluppo delle forme e depositi di origine antropica legate all’attività mineraria delle zone di Fenice-Capanne e Niccioleta (zone di instabilità per vuoti sotterranei, zone di sviluppo di gallerie sotterranee, discariche) sono ricostruite in base agli studi *Syndial* (adesso *Eni Rewind*) “*Individuazione ubicazione e classificazione degli effetti in superficie di fenomeni di dissesto presenti nell’area mineraria di Niccioleta*” e “*Riduzione aree concessioni minerarie Fenice Capanne - Accesa Serrabottini*”, entrambi del 2005.

c) *G.3 - Deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV)*; contrassegnati con riempimento arancio e contorno tratteggiato verde scuro.

d) *G.3 - Zone caratterizzate da Subsidenza* (dati *Sentinel* 2015-2019); segnati in Tav. 09 con campitura a linee oblique arancio e contorno tratteggiato dello stesso colore. Nei comuni interessati dall’indagine in oggetto, sono presenti n°2 poligoni che delimitano le zone in subsidenza (area Monterotondo Marittimo e area Travale). Tale perimetrazione è stata ottenuta a partire dall’elaborazione dei dati Persistent Scatterer acquisiti dal satellite *Sentinel* (orbita ascending e descending, anni 2015 - 2019). I dati dei PS puntuali sono stati interpolati per ogni scenario analizzato (mediante algoritmi di *Kriging*), ottenendo mappe di deformazione al suolo (nell’ottica del satellite - *LOS*). Ai fini della delimitazione sono state considerate le aree con tassi di subsidenza maggiori o uguali a 2 mm/anno.

Come osservabile in fig.17, anche i perimetri di Pericolosità Geologica recepiti dalla cartografia ufficiale “Distretto Appennino Settentrionale PAI Frane”, sono stati classificati con la medesima colorazione dei poligoni della Pericolosità Geologica da D.P.G.R. 5/R/2020, ma perimetrati in maniera differente, ovvero in rosso la “G.3 - P.3a” ed in blu scuro la “G.4 - P.4”.

## 9.2 Pericolosità sismica (Tav.G10)

Dall'analisi e dalla valutazione integrata di quanto emerge dall'acquisizione delle conoscenze relative agli elementi esistenti di tipo geologico, geomorfologico e delle indagini geofisiche, geotecniche e geognostiche, secondo quanto specificato al paragrafo C.3, sono evidenziate, sulla base del quadro conoscitivo desunto, le aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito a seguito di eventi sismici.

La valutazione preliminare degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico consente di rappresentare:

- a) probabili fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
- b) la presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
- c) i contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
- d) accentuazione della instabilità dei pendii;
- e) terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
- f) terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

La carta della pericolosità sismica locale è basata sullo studio delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS di livello 1), in ottemperanza al D.P.G.R. 5/R/2020, Allegato A§2, punto C.3. La redazione di questa carta, in base al D.P.G.R. 5/R/2020, prevede infatti di suddividere il territorio in quattro classi di pericolosità, definite in base alle previsioni di amplificazione del sisma e ricostruite nello studio di microzonazione sismica:

- **Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento, con morfologia pianeggiante o poco inclinata ( $<15^\circ$ ) e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.
- **Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone stabili suscettibili di amplificazioni locali non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3; zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento su versanti con inclinazioni maggiori di  $15^\circ$ .
- **Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** zone con presenza di accumuli detritici di versante (falda detritica); zone suscettibili di liquefazione dinamica; zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano campagna; aree interessate da instabilità di versante quiescente e relativa area di evoluzione.
- **Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):** aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Dall'osservazione della Carta della pericolosità sismica emerge che le aree collinari sono suscettibili principalmente di fenomeni di amplificazione sismica per effetti morfologici e litologici (in maggior percentuale), di instabilità per fenomeni franosi (in minore percentuale) e di instabilità per cedimenti differenziali (in percentuale ancora più ridotta).

Le aree di fondovalle, che si sviluppano soprattutto nel margine sud-occidentale del territorio comunale, risultano invece suscettibili di fenomeni di amplificazione sismica per effetti litologici, instabilità per cedimenti differenziali e, soprattutto, di fenomeni di possibile liquefazione, questi ultimi favoriti dalla presenza di acquiferi sabbiosi con livello piezometrico prossimo a p.c.

### 9.2.1 Sismicità locale

L'area dei Comuni di Massa Marittima, Monterotondo Marittimo e Montieri, risulta sismicamente attiva. In base agli studi di pericolosità condotti dall'INGV ed approvati mediante O.P.C.M. 3519 del 28.04.2006,

all'area di indagine viene assegnata una accelerazione massima al suolo compresa fra 0,100 - 0,125 g, con probabilità di eccedenza del 10% su 50 anni. Sulla base di tale dato, La Regione Toscana, con Del. GRT 421/2014 assegna ai tre Comuni Classe di Pericolosità Sismica di Base 3.

A dimostrazione dell'attività sismica che caratterizza soprattutto i territori Comunali di Monterotondo Marittimo e Montieri, di seguito si riporta la lista dei terremoti con magnitudo maggiore di 2 registrati nell'area in esame, ed in prossimità di essa, dal 2015 ad oggi.

Data e Ora (Italia)	Magnitudo	Zona	Profondità	Latitudine	Longitudine
2020-04-16 00:07:14	ML 2.1	5 km NW Chiusdino (SI)	7	43.18	11.04
2020-03-28 00:08:13	ML 2.0	6 km NW Chiusdino (SI)	7	43.20	11.04
2019-12-06 17:32:19	ML 2.1	7 km SW Radicondoli (SI)	7	43.20	11.02
2019-11-02 06:48:32	ML 2.1	1 km SE Monterotondo Marittimo (GR)	7	43.14	10.87
2019-11-02 05:28:58	ML 2.2	1 km SE Monterotondo Marittimo (GR)	8	43.14	10.87
2019-10-05 09:54:05	ML 2.4	2 km NE Montieri (GR)	11	43.14	11.03
2019-10-05 09:36:03	ML 2.3	3 km N Montieri (GR)	10	43.15	11.01
2019-09-19 05:11:01	ML 2.3	5 km SW Pomarance (PI)	5	43.26	10.85
2019-09-14 17:02:14	ML 2.0	6 km SE Montieri (GR)	5	43.09	11.07
2019-08-13 14:26:09	ML 2.7	5 km W Castelnuovo di Val di Cecina (PI)	3	43.20	10.84
2019-08-13 14:15:02	ML 2.4	3 km NW Castelnuovo di Val di Cecina (PI)	4	43.23	10.87
2019-06-06 11:48:13	ML 2.2	3 km SE Montieri (GR)	12	43.11	11.04
2019-05-10 15:32:34	ML 2.1	4 km NW Chiusdino (SI)	8	43.19	11.07
2019-04-23 17:48:44	ML 2.1	3 km NE Castelnuovo di Val di Cecina (PI)	10	43.23	10.93
2019-04-10 08:07:24	ML 2.2	6 km NW Monterotondo Marittimo (GR)	10	43.17	10.80
2019-03-16 03:01:21	ML 2.1	2 km NW Montieri (GR)	9	43.15	11.00
2019-01-27 23:09:49	ML 2.4	1 km NE Montieri (GR)	9	43.14	11.02
2019-01-27 09:30:09	ML 2.4	1 km SW Montieri (GR)	10	43.12	11.01
2019-01-27 08:57:22	ML 2.3	1 km W Montieri (GR)	8	43.13	11.00
2019-01-27 08:56:05	ML 2.9	1 km SW Montieri (GR)	9	43.13	11.01
2018-12-19 18:34:09	ML 2.2	2 km S Montieri (GR)	12	43.11	11.01
2018-12-08 00:30:42	ML 2.0	1 km N Chiusdino (SI)	9	43.17	11.09
2018-11-27 01:11:55	ML 2.5	2 km W Monterotondo Marittimo (GR)	6	43.14	10.83
2018-09-10 07:16:59	ML 2.6	1 km NW Monterotondo Marittimo (GR)	5	43.15	10.84
2018-08-14 08:39:39	ML 2.0	Montieri (GR)	11	43.13	11.02
2018-08-14 02:19:35	ML 2.0	1 km S Montieri (GR)	10	43.12	11.01
2018-05-01 07:16:58	Mw 3.7	3 km NE Castelnuovo di Val di Cecina (PI)	7	43.23	10.93
2018-04-11 06:41:52	Mw 3.6	4 km W Monterotondo Marittimo (GR)	6	43.13	10.82
2018-04-02 09:37:32	ML 2.2	Montieri (GR)	9	43.13	11.02
2018-01-11 16:37:09	ML 2.1	4 km NE Castelnuovo di Val di Cecina (PI)	7	43.23	10.94
2017-12-17 02:37:08	ML 2.3	1 km SW Montieri (GR)	10	43.13	11.01
2017-12-11 05:56:28	ML 2.0	10 km SW Roccastrada (GR)	11	42.94	11.09
2017-11-08 02:22:31	ML 2.2	1 km NE Montieri (GR)	9	43.14	11.02
2017-10-07 13:36:54	ML 3.0	3 km S Pomarance (PI)	5	43.27	10.87
2017-09-10 17:53:29	ML 2.0	Montieri (GR)	8	43.13	11.01
2017-07-29 11:59:33	ML 2.0	4 km W Castelnuovo di Val di Cecina (PI)	6	43.22	10.86
2017-06-09 19:11:05	ML 3.0	SW Montieri (GR)	9	43.13	11.01
2017-05-25 15:24:01	ML 2.1	1 km NE Montieri (GR)	9	43.14	11.03

Figura 18 - Lista dei terremoti con magnitudo maggiore di 2, dal 2015 ad oggi, nell'area in esame ed in prossimità di essa (1).  
Fonte: INGV.

Data e Ora (Italia) ↓	Magnitudo ↓	Zona ↻	Profondità ↓	Latitudine	Longitudine
2017-04-04 16:44:16	ML 2.1	7 km NW Chiusdino (SI)	5	43.20	11.04
2017-02-25 03:35:14	ML 3.0	5 km NW Chiusdino (SI)	8	43.19	11.04
2017-02-15 09:36:18	ML 2.1	6 km SW Radicondoli (SI)	6	43.21	11.02
2017-02-06 04:43:23	ML 2.0	5 km S Radicondoli (SI)	7	43.22	11.03
2017-02-01 20:03:49	ML 2.2	6 km N Montieri (GR)	10	43.19	11.01
2017-01-19 03:32:46	ML 2.7	2 km SW Montieri (GR)	11	43.12	11.00
2017-01-12 04:25:45	ML 2.0	7 km NE Chiusdino (SI)	7	43.20	11.15
2017-01-12 02:50:47	ML 2.6	7 km NE Chiusdino (SI)	7	43.21	11.15
2016-12-11 21:50:08	ML 2.2	6 km NW Chiusdino (SI)	8	43.20	11.04
2016-11-13 14:36:19	ML 2.0	5 km NW Chiusdino (SI)	6	43.19	11.06
2016-10-23 10:18:35	ML 3.0	5 km NW Chiusdino (SI)	8	43.18	11.04
2016-09-17 12:50:12	ML 2.4	4 km NE Castelnuovo di Val di Cecina (PI)	7	43.23	10.94
2016-07-13 11:07:14	ML 2.2	2 km SE Montieri (GR)	9	43.12	11.03
2016-07-04 00:53:12	ML 2.8	1 km SW Montieri (GR)	10	43.12	11.01
2016-05-19 13:43:30	ML 2.0	6 km S Radicondoli (SI)	8	43.21	11.05
2016-04-28 03:04:10	ML 2.1	3 km SW Castelnuovo di Val di Cecina (PI)	7	43.18	10.89
2016-03-16 04:04:12	ML 2.4	11 km SW Roccastrada (GR)	7	42.93	11.09
2016-03-07 14:10:27	ML 2.0	11 km SW Roccastrada (GR)	6	42.93	11.10
2016-03-06 20:07:40	ML 2.2	11 km SW Roccastrada (GR)	6	42.93	11.09
2016-03-06 03:05:47	ML 2.0	11 km SW Roccastrada (GR)	6	42.93	11.09
2016-03-04 08:08:00	ML 2.2	11 km SW Roccastrada (GR)	9	42.93	11.08
2016-03-04 07:58:02	ML 2.3	11 km SW Roccastrada (GR)	8	42.93	11.08
2016-03-04 07:48:41	ML 2.1	12 km SW Roccastrada (GR)	8	42.94	11.07
2016-03-04 07:47:27	ML 2.4	12 km SW Roccastrada (GR)	8	42.93	11.07
2016-02-13 16:05:32	ML 2.0	6 km S Radicondoli (SI)	9	43.21	11.04
2016-02-11 06:33:05	ML 2.1	3 km E Montieri (GR)	9	43.13	11.05
2016-02-10 11:07:25	ML 2.1	7 km NE Chiusdino (SI)	9	43.21	11.14
2016-01-29 00:10:38	Md 2.0	1 km W Montieri (GR)	8	43.13	11.00
2016-01-24 23:40:50	ML 2.1	4 km N Monterotondo Marittimo (GR)	7	43.18	10.86
2016-01-14 04:41:04	ML 2.7	7 km NW Chiusdino (SI)	9	43.20	11.03
2016-01-01 08:43:50	ML 2.0	7 km NE Chiusdino (SI)	5	43.21	11.14
2015-12-09 00:10:33	ML 2.0	1 km NE Montieri (GR)	9	43.14	11.03
2015-09-09 22:26:24	ML 2.2	5 km NE Castelnuovo di Val di Cecina (PI)	5	43.24	10.95
2015-08-24 19:13:52	ML 2.2	6 km S Scarlino (GR)	6	42.85	10.84
2015-08-19 08:49:44	ML 2.3	6 km NW Chiusdino (SI)	6	43.20	11.05
2015-06-14 13:48:57	ML 2.1	2 km NW Montieri (GR)	9	43.14	11.00

Figura 19 - Lista dei terremoti con magnitudo maggiore di 2, dal 2015 ad oggi, nell'area in esame ed in prossimità di essa (2).  
Fonte: INGV.

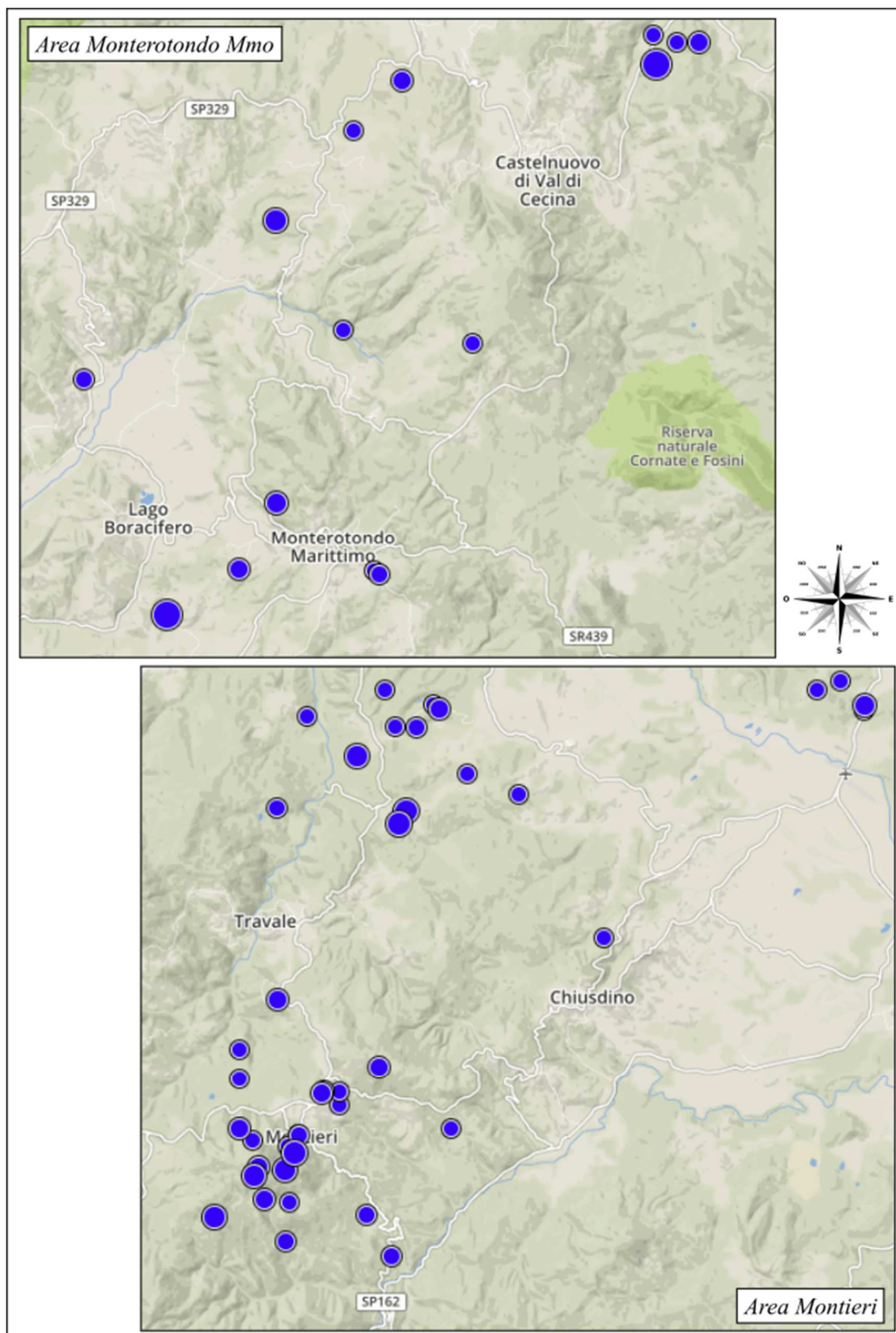


Figura 20 - Mappa con la distribuzione dei terremoti. Fonte. INGV.

Inoltre, si hanno notizie storiche di un sisma di notevole entità che avrebbe provocato rotture e crolli nella Rocca degli Alberti, a Monterotondo Marittimo, nel corso del XII secolo.

L'attività sismica esistente nell'intorno del territorio dei tre comuni, risulta ascrivibile al fitto reticolo di faglie appenniniche ed anti-appenniniche descritto nel paragrafo relativo all'assetto geologico-strutturale.

### 9.3 Pericolosità idraulica (Tav.G11)

La carta è stata interamente recepita da quella di PGRA pubblicata dall’Autorità di Bacino Distretto Appennino Settentrionale (DPCM 27.10.2016).

La zonazione della pericolosità idraulica sul territorio intercomunale, in accordo con quanto previsto dal PGRA e dal D.P.G.R. 5/R/2020, è la seguente:

P.G.R.A.	D.P.G.R. 5/R/2020	Tr (Tempo di ritorno)
P.1 (bassa)	P.1 (Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità)	200 anni < Tr
P.2 (media)	P.2 (Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti)	30 anni < Tr ≤ 200 anni
P.3 (elevata)	P.3 (Aree a pericolosità per alluvioni frequenti)	Tr ≤ 30 anni

Da una accurata analisi della cartografia proposta dal PGRA, sono emerse alcune lievi incongruenze nelle zone dei confini comunali, spesso coincidenti con corsi d’acqua del reticolo significativo (Torrente Milia, Torrente Ritorto, Torrente Merse, Fosso della Balia, Botro secco, Rio Farmicciola). Alla luce di quanto sopra sono state eseguite delle piccole modifiche, su base storica ed inventariale, ove si sono riscontrate incongruenze di pericolosità per assetti morfologico-fluviali simili, se non identici. Di seguito si riportano alcuni estratti ove si evidenziano le lievi correzioni apportate (a sinistra il PGRA approvato; a destra la carta della pericolosità idraulica di cui al presente studio).

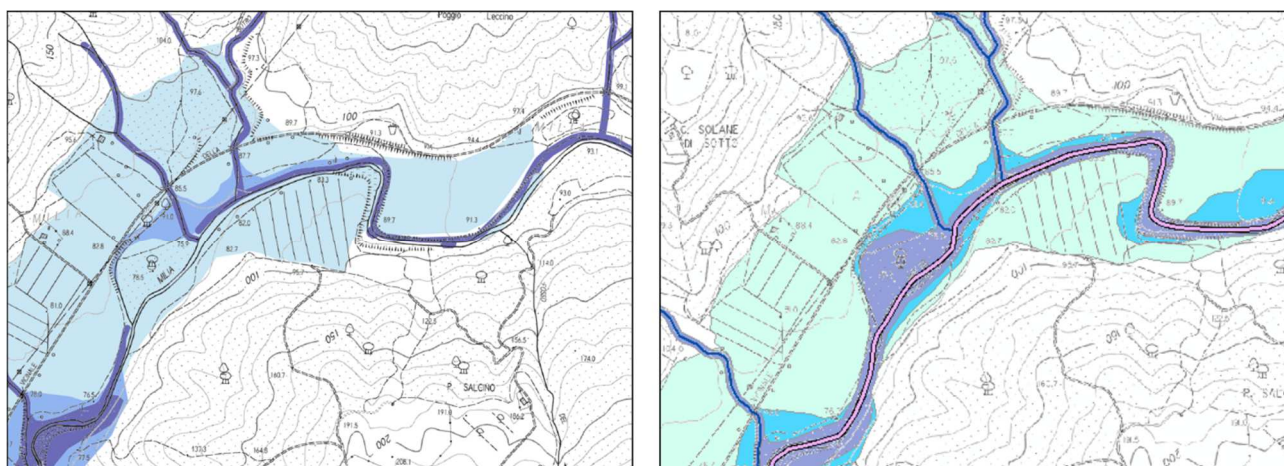


Figura 21 - Stralci cartografici relativi al Torrente Milia in prossimità di Via Ferrara.

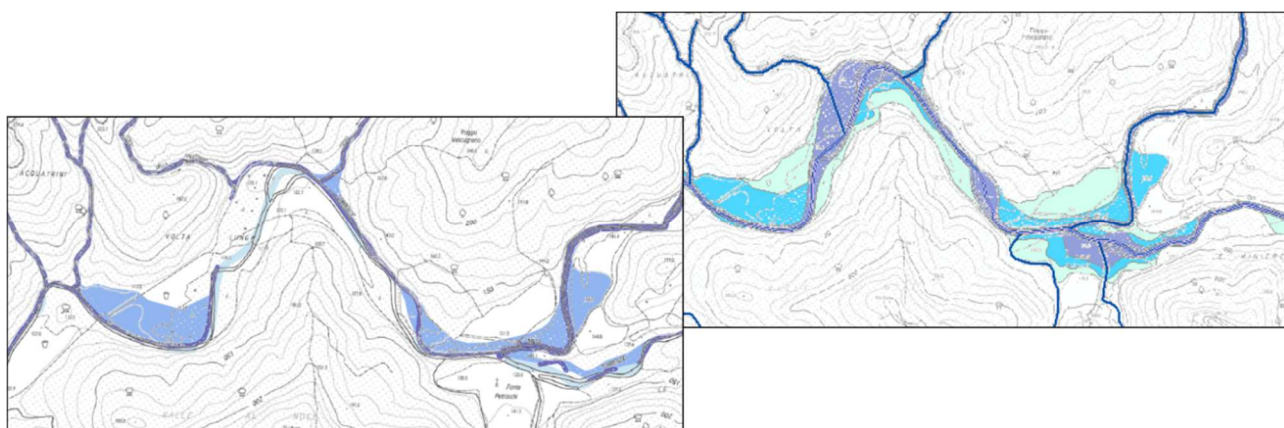


Figura 22 - Stralci cartografici relativi al punto di intersezione fra Fosso Ritorto e Torrente Milia.



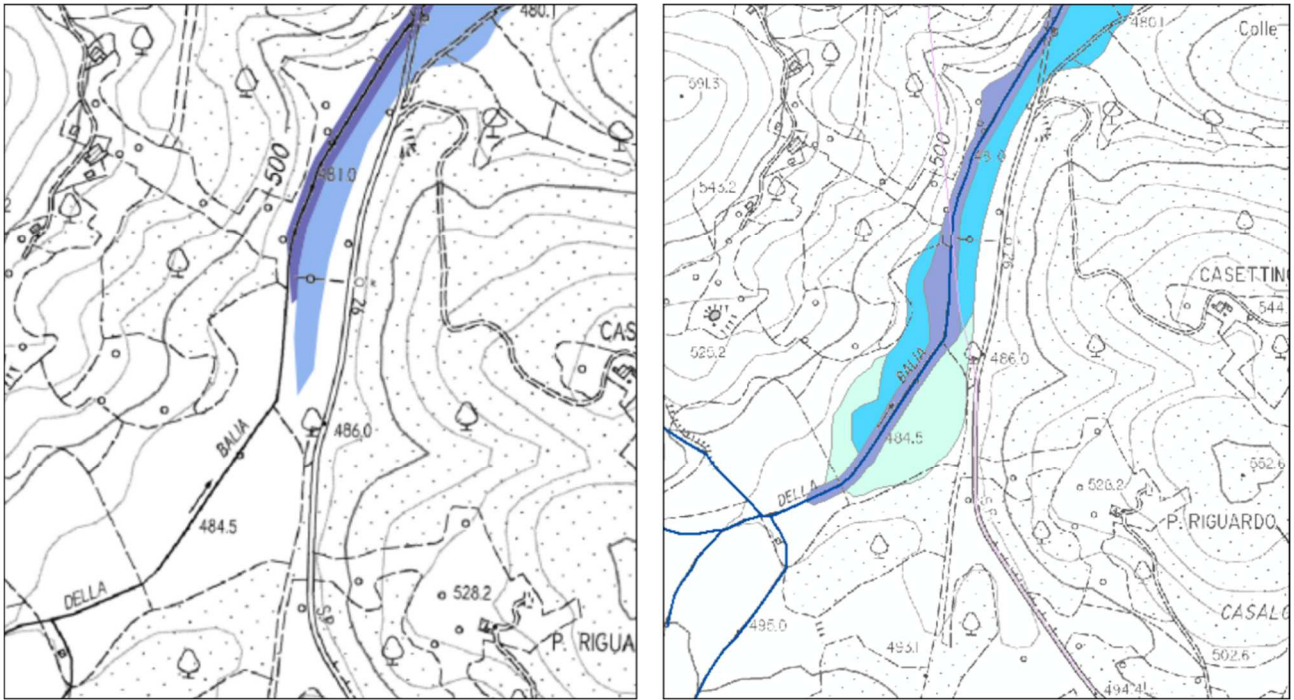


Figura 26 - Stralci cartografici relativi al Torrente della Balia.

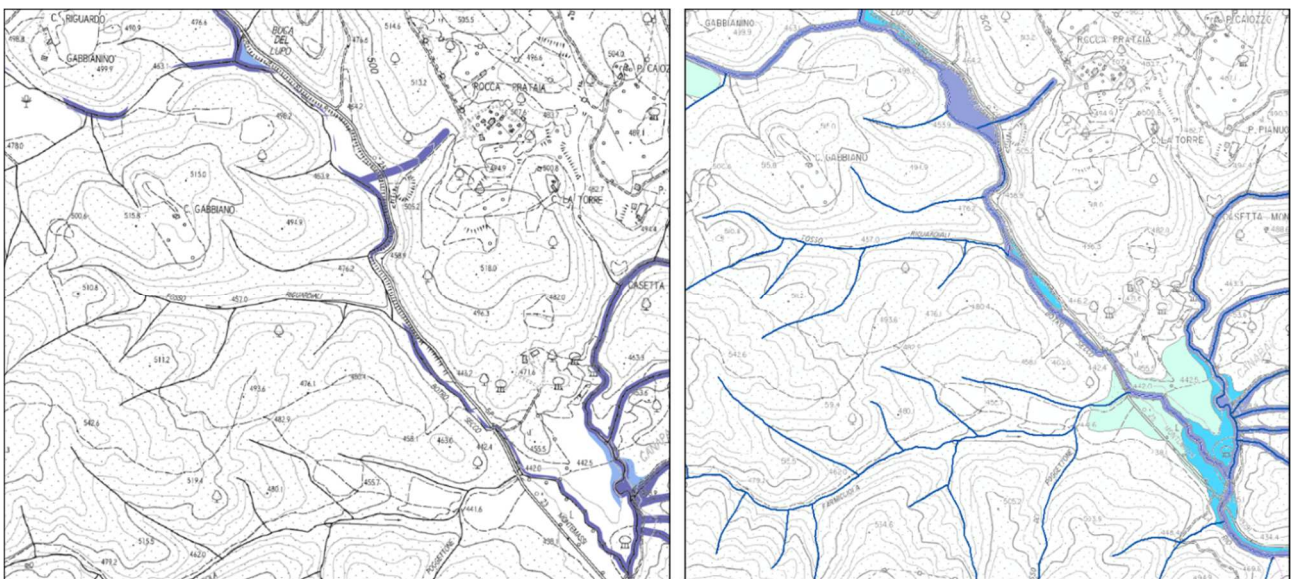


Figura 27 - Stralci cartografici relativi al Botro Secco ed al Rio Farnicciola.

La cartografia di pericolosità idraulica è stata completata con i seguenti elementi:

- è stato riportato il reticolo idrografico significativo aggiornato alla D.C.R. n. 20 del 26.03.2019;
- è stato eseguito il censimento delle criticità idrauliche (tombamenti/attraversamenti che possono comportare difficoltà di deflusso) in prossimità delle aree urbanizzate/urbanizzabili e delle infrastrutture principali. Le uniche criticità idrauliche riscontrate nelle porzioni di territorio investigato riguardano il centro abitato di Montieri, ove sono presenti due tombamenti (evidenziati con apposito tematismo nella cartografia) su corsi d'acqua a carattere torrentizio/stagionale. Si segnala che tale problematica, più che dal punto di vista idraulico, viste le caratteristiche morfologiche e pluviometriche del contesto, rivestono una criticità dal punto di vista idrogeologico, in quanto insistenti su corpi frana di notevole estensione. Di seguito si riporta la documentazione fotografica relativa al tombamento del Fosso del Razzino, nell'abitato di Montieri.



Figura 28 - Tombamento del Fosso del Razzino, in prossimità di via Verdi, nell'abitato di Montieri.

## 10. Vulnerabilità delle falde (Tav.G12)

In relazione a quanto disposto dal punto B.5 delle Direttive per le Indagini Geologico Tecniche allegato al D.P.G.R. 5/R/2020, sono state redatte delle tavole nelle quali sono state evidenziate le aree che presentano situazioni sulle quali porre attenzione al fine di non creare squilibri idrogeologici.

La sensibilità/vulnerabilità delle falde è individuata, a seconda delle caratteristiche di permeabilità dei terreni, così come individuato nelle tavole della permeabilità (Tav.G05).

Ciò permette di avere una valutazione qualitativa immediata della vulnerabilità delle acque di falda rispetto alla possibilità di inquinamento/interferenza con le possibili attività antropiche esistenti e/o previste; la maggiore o minore dispersione e diffusione di un inquinante dipende dal grado di permeabilità del terreno e dalla profondità della falda oltre che alla sua tipologia (freatica o artesianica).

In base alla litologia in affioramento sono state assegnate quattro classi di vulnerabilità, di seguito descritte:

<p>• <b>Vulnerabilità bassa (V.1):</b></p>	<p>Argille Azzurre (FAA); Depositi lacustri e lagunari post-evaporitici messiniani (EMOb - EMOG); Calcari e Calciruditi (ROSb); Argille con intercalazioni di arenarie e conglomerati (FOS); Argille a Palombini (APAA - APAb); Calcari a Calpionelle (CCL); Basalti con strutture a pillow-lava (BRG); Gabbri con filoni basici (GBB); Flysch di Ottone-Monteverdi (OMT); Argilliti e Calcari di Poggio Rocchino (RCH); Formazione di Monte Morello (MLL); Formazione di Sillano-Santa Fiora (SIL); Argille e Calcari di Canetolo (ACCa - ACCb - ACCc); Scaglia Toscana (STO1 - STO2 - STO3); Scisti Sericitici (SSR); Formazione della Verruca-Civitella (VEU); Scisti a Spirifer (SFS); Filoni idrotermali di Quarzo (FQR).</p>
--	--

<p>• <b>Vulnerabilità media (V.2):</b></p>	<p>Depositi continentali ruscini-villafranchiani (VILc - VILd - VILh); Sabbie e Arenarie plioceniche (PLIs); Marne sabbioso-siltose (SLEc - SLEm - SLEr); Breccie ofiolitiche monogeniche e poligeniche (BROi); Oficalci, breccie ofiolitiche a cemento carbonatico (OFI); Pietraforte, arenarie e siltiti quarzoso-feldspatiche (PTF); Diaspri (DSD); Formazione di Vinca-Formazione di Tocchi (VINb - VINc).</p>
<p>• <b>Vulnerabilità elevata (V.3):</b></p>	<p>Travertini e calcari continentali quaternari (f1a); Depositi palustri quaternari (e3a); Depositi sciolti, più o meno consolidati, a comportamento coesivo (b - b,GSL - b,LA - b,LS - b,SL - bna - bna,AL - bna,GSA - bna,LA - bna,LS - bna,SL - bna,SLA - bnb - bnb,SL); Depositi continentali ruscini-villafranchiani (VILb - VILt); Depositi lacustri e lagunari post-evaporitici messiniani (MESd); Macigno (MAC); Marne a Posydonomia Alpina (POD); Calcare selcifero di Limano (LIM); Calcare Rosso Ammonitico (RSA); Calcare Massiccio (MAS); Calcare a Rhaetavicola Contorta (RET); Calcare Cavernoso (CCA); Anidriti di Burano (BUR).</p>
<p>• <b>Vulnerabilità molto elevata (V.4):</b></p>	<p>Depositi caotici, sciolti, non consolidati, a comportamento attritivo/coesivo (a1 - a1a - a1q - a1s - a3a - aa - b2a - h1 - h2 - h5); Depositi sciolti, più o meno consolidati, a comportamento attritivo (b,G - b,GS - b,SG - bna,G - bna,GS - bna,S - bna,SG - bnb,G - bnb,GS - bnb,SG); Depositi continentali ruscini-villafranchiani (VILa - VILe); Conglomerati marini pliocenici (PLIb); Depositi lacustri e lagunari post-evaporitici messiniani (MESa - MESb).</p>

Nella Tavola sono inoltre riportati i punti d'acqua (atingimenti, captazioni superficiali non definite, derivazioni e pozzi) segnalati dalle fonti ufficiali (BDSRI Regione Toscana) e, con apposito tematismo, sono distinte anche le captazioni ad uso idropotabile (fonte SIRA – ARPAT), con la relativa zona di rispetto delimitata con un buffer circolare di 200 m (art. 94 D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii.).

## **APPENDICE**

*Comunicazione relativa al progetto di PAI “dissesti geomorfologici” (Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale)*



## Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale

Rif vs nota n. 16582 del 07.12.2019

Ns prot. n. 9449 del 12.11.2019

Rif ns nota n. 380 del 20.01.2020

Unione dei Comuni delle Colline Metallifere – PEC: [unionecomuni.collinemetallifere@postacert.toscana.it](mailto:unionecomuni.collinemetallifere@postacert.toscana.it)

Oggetto: Piano Strutturale Intercomunale Unione dei Comuni delle Colline Metallifere. Parere ex art. 25 Norme di Piano PAI bacino Ombrone e Toscana Costa in seguito ad approfondimento del quadro conoscitivo a supporto della perimetrazione delle aree a pericolosità geomorfologica e da frana del PAI. Comunicazione relativa al progetto di PAI “dissesti geomorfologici”.

In riferimento alla richiesta di adeguamento al PAI vigente ex art. 25 formulata con vostra nota del 07.12.2019, richiamata la nostra comunicazione n. 380 del 20.01.2020 relativa al progetto di Piano PAI “dissesti geomorfologici”, evidenziato che in seguito alla pubblicazione in Gazzetta Ufficiale (n.9 del 13.01.2020) è vigente quale misura di salvaguardia il disposto dell'art.15 della disciplina del progetto di PAI e il relativo allegato 3, si segnala quanto segue.

- la proposta trasmessa è relativa al territorio dei comuni di Massa Marittima, Monterotondo Marittimo e Montieri per cui è manifesta la necessità di adeguamento al PAI ex art.25, si rileva infatti che l'attuale perimetrazione risulta in larga parte difforme rispetto ai criteri dettati dall'allegato 3 sopra richiamato e alle condizioni di fatto del territorio;

- le banche dati geografiche trasmesse sono state strutturate coerentemente ai criteri dettati dall'allegato 3 e pertanto sono state efficacemente elaborate ai fini dell'aggiornamento della banca dati geomorfologica e quindi della relativa pericolosità del PAI vigente e del progetto di PAI;

- secondo quanto emerso nel corso del sopralluogo congiunto del 26 febbraio 2020 è stato verificato che in generale il quadro conoscitivo proposto è elaborato secondo i criteri di cui all'allegato 3 della disciplina del progetto di PAI e, per le situazione di maggior rischio, ha rilevato una sostanziale coerenza con le evidenze dello stato di fatto della pericolosità geomorfologica del territorio. Come da prassi consolidata, al fine di garantire un omogenea applicazione a scala di Distretto dei criteri di cui all'allegato 3 della disciplina di Piano, l'istruttoria da parte di questo Ufficio ha effettuato le necessarie modifiche ed integrazioni a quanto proposto in relazione a quanto deducibile dal quadro conoscitivo a supporto del Piano di bacino, con particolare riferimento ai rilievi LIDAR, ai dati interferometrici satellitari e alle fotoaeree multitemporali ortofotocorrette degli anni 1954-2019;

File: Parere\_\_PAI\_art25\_UnioneComuniCollineMetallifere.odt

MB/LS/LB

1 di 2

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale  
Firenze – 50122 – Via de' Servi, 15– tel. 055 -267431  
Lucca – 55100 – Via Vittorio Veneto, 1– tel. 0583-462241  
PEC [adbarno@postacert.toscana.it](mailto:adbarno@postacert.toscana.it) - PEC [bacinoserchio@postacert.toscana.it](mailto:bacinoserchio@postacert.toscana.it)  
[www.appenninoseptentrionale.it](http://www.appenninoseptentrionale.it)

- sulla base dell'istruttoria di questo Ufficio sono state elaborate, in bozza, la banca dati geografica geomorfologica e la banca dati geografica della pericolosità del PAI per l'esame da parte della Conferenza Operativa dell'Autorità di Distretto, esame previsto all'art.3 della delibera n. 20 del 20 dicembre 2019 della Conferenza Istituzionale Permanente con cui è stato adottato il progetto di PAI "dissesti geomorfologici". Per opportuna conoscenza le banche dati in bozza sono state anticipate per le vie brevi ai consulenti dell'amministrazione proponente in data 17 luglio 2020 e sono allegate alla presente;

- in data 23 luglio 2020 la Conferenza Operativa dell'Autorità di Distretto ha espresso parere positivo alla proposta di adeguamento al PAI vigente e al contestuale aggiornamento della banca dati geomorfologica e della banca dati della pericolosità del progetto di PAI secondo l'istruttoria sopra richiamata.

Tutto ciò premesso ai sensi dell'art.25 della Norma di PAI Ombrone e Toscana Costa si esprime parere positivo all'adeguamento al PAI secondo il risultato dell'istruttoria dell'Autorità di Bacino. Una volta completata l'integrazione delle banche dati geografiche nel sistema informatico dell'autorità di Distretto con specifico atto del Segretario Generale sarà implementata la modifica della banca dati della pericolosità geomorfologica del PAI vigente per il bacino Ombrone e Toscana Costa ([http://www.adbarno.it/pagine\\_sito\\_opendata/gds\\_md\\_scheda\\_completa.php?id\\_ds=2841](http://www.adbarno.it/pagine_sito_opendata/gds_md_scheda_completa.php?id_ds=2841)).

Contestualmente, ai sensi e per gli effetti dell'art.3 della delibera n. 20 del 20 dicembre 2019 della Conferenza Istituzionale Permanente, si comunica che saranno aggiornate la banca dati geomorfologica e la banca dati geografica delle pericolosità del progetto di PAI ([http://www.appenninoseptentrionale.it/itc/?page\\_id=5875](http://www.appenninoseptentrionale.it/itc/?page_id=5875)).

L'avvenuta modifica ed aggiornamento sarà notificata con apposita comunicazione.

Si evidenzia che per il PAI vigente e il progetto di PAI le amministrazioni in indirizzo hanno sempre facoltà di formulare ulteriori proposte di modifica ed integrazione (secondo quanto previsto dall'art.15 della disciplina del progetto di PAI, con particolare riferimento al comma 7) nell'ottica del costante aggiornamento del quadro conoscitivo del Piano di bacino. Nel caso non vi siano comunicazioni in tal senso da parte dell'Unione dei Comuni o delle amministrazioni comunali, l'istruttoria relativa al procedimento di approvazione del progetto di PAI "dissesti geomorfologici", per quanto di competenza di questo Ufficio, è da intendersi conclusa senza ulteriori atti.

Per ogni chiarimento o comunicazione sono a vostra disposizione l'ing. Laura Benvenuti (tel. 05526743245, [l.benvenuti@appenninoseptentrionale.it](mailto:l.benvenuti@appenninoseptentrionale.it)) e il dott. Geol. Lorenzo Sullli (tel. 05526743244, [l.sulli@appenninoseptentrionale.it](mailto:l.sulli@appenninoseptentrionale.it)).

Nell'occasione si porgono cordiali saluti.

Il Dirigente  
Dott. Marcello Brugioni

Allegato file: BozzaFinaleGeomorfologia&pf\_PA\_UnioneComuni.zip

File: Parere\_\_PAI\_art25\_UnioneComuniCollineMetallifere.odt

MB/LS/LB

2 di 2

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale  
Firenze – 50122 – Via de' Servi, 15– tel. 055 -267431  
Lucca – 55100 – Via Vittorio Veneto, 1– tel. 0583-462241  
PEC [adbarno@postacert.toscana.it](mailto:adbarno@postacert.toscana.it) - PEC [bacinoserchio@postacert.toscana.it](mailto:bacinoserchio@postacert.toscana.it)  
[www.appenninoseptentrionale.it](http://www.appenninoseptentrionale.it)