



Comune di Montale

Provincia di Pistoia

SINDACO E
ASSESSORE ALL'URBANISTICA
Ferdinando Betti

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Simona Fioretti

GARANTE DELL'INFORMAZIONE
E DELLA PARTECIPAZIONE
Paola Petruzzi

piano strutturale
quadro conoscitivo

**Relazione
Geologica**
aggiornata in seguito alle
prescrizioni del Genio Civile

PROGETTO URBANISTICO
E REDAZIONE DI VAS E VINCA
coordinatore
Riccardo Luca Breschi
con
Andrea Giraldi
Luca Agostini

STUDI GEOLOGICI E
IDROLOGICI E IDRAULICI
Gaddo Mannori
con
Simone Galardini



Doc. G

Indice

1 – Scopo dell’incarico e gruppo di lavoro _____	2
2 – Riferimento alla normativa _____	2
3 – Oorganizzazione generale dello studio _____	2
4 – Inquadramento generale del territorio _____	3
5 – Carta geologica (Tav G.01) _____	6
6 – Carta geomorfologica (Tav G.02) _____	8
7 – Carta idrogeologica con indicazioni di vulnerabilità (t Tav G.03) _____	14
7.1 – La permeabilità _____	14
7.2 – Acquiferi e morfologia della superficie freatica di pianura _____	17
7.3 – Vulnerabilità degli acquiferi _____	19
7.4 – Il tema della subsidenza _____	20
8 – Carta delle indagini (Tav G.04) _____	24
9 – Sezioni geologico-tecniche (Tav G.06) _____	24
10 – Microzonazione sismica _____	25
10.1 – Carta geologico-tecnica (Tav G 05) _____	26
10.2 – Carta delle mops (Tav. G.07) _____	26
10.3 – Carta della microzonazione sismica (Tav G.08.1 e G.08.2) _____	27
11 – Carta della pericolosità geologica (Tav G.09) _____	28
12 – Carta della pericolosità sismica locale (Tav G.10) _____	29
Appendice _____	31

1 – SCOPO DELL'INCARICO E GRUPPO DI LAVORO

Con Determina n. 716 del 05/12/2019 è stato affidato allo studio Mannori & Associati Geologia Tecnica l'incarico per la predisposizione delle indagini dirette a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico e sismico ai sensi del D.P.G.R. 30/01/2020 n. 5/R.

Per quanto riguarda la redazione dello studio, il coordinamento generale e le analisi geomorfologiche sono stati curati da Gaddo Mannori, mentre la parte di elaborazione delle cartografie e la restituzione informatica sono state seguite da Alessandra Mucci e Rosa Nencini.

Gli studi idrologico idraulici sono stati eseguiti dall'Ing. Simone Galardini di D.R.E.Am. Soc. Coop. Agr. che ha curato la redazione delle cartografie relative alla pericolosità ed alla magnitudo idraulica.

2 – RIFERIMENTO ALLA NORMATIVA

Il presente studio fa riferimento al D.P.G.R. 30/01/2020 n. 5/R che detta le regole per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione dal rischio geologico, idraulico e sismico. In questa occasione si è proceduto inoltre ad una revisione della Carta di Pericolosità del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Centrale.

3 – ORGANIZZAZIONE GENERALE DELLO STUDIO

Il lavoro è consistito nell'aggiornamento delle cartografie del quadro conoscitivo del Piano Strutturale previgente. Per quanto riguarda gli elaborati geomorfologici particolare attenzione è stata posta alla mappatura dei fenomeni di dissesto, per la quale si è fatto riferimento a:

- dati interferometrici radar da satellite (SAR – Sentinel 1) relativi al periodo dicembre 2014 – giugno 2021;
- dati LiDAR DTM 1×1 della Regione Toscana;
- immagini ortofoto relative al periodo 1954 - 2016 (fonte: Geoscopio – Regione Toscana);

Sopralluoghi mirati di campagna hanno consentito di verificare sia le criticità rilevate direttamente in sito che il reale stato delle criticità individuate mediante analisi da remoto.

Allo stato attuale è in fase di approvazione il Progetto di Piano – PAI “dissesti geomorfologici”, per cui le forme di dissesto individuate sono state classificate in base all'Allegato 3 “Modalità per le proposte di revisione ed aggiornamento delle mappe del PAI” della Disciplina di Piano e sono state trasmesse all'Autorità di Distretto per l'aggiornamento del quadro conoscitivo.

In seguito alla revisione delle forme di dissesto è stato inoltre necessario aggiornare le cartografie allegate agli studi di Microzonazione Sismica, così da mantenere la coerenza

con gli elaborati geologici e geomorfologici prodotti durante il presente aggiornamento.

I risultati dello studio sono articolati nei seguenti documenti:

- Doc. G – Relazione Geologica;
- Tav. G.01 – Carta geologica, scala 1.10.000;
- Tav. G.02 – Carta geomorfologica, scala 1.10.000;
- Tav. G.03 – Carta idrogeologica con indicazioni di vulnerabilità, scala 1.10.000;
- Tav. G.04 – Carta delle indagini, scala 1.10.000;
- Tav. G.05 – Carta geologico-tecnica, scala 1.10.000;
- Tav. G.06 – Sezioni geologico-tecniche;
- Tav. G.07 – Carta delle MOPS, scala 1.10.000;
- Tav. G.08 – Carte della Microzonazione Sismica, scala 1.10.000:
 - Carta FA - 0.1-0.5 s;
 - Carta FA - 0.5-1.0 s;
- Tav. G.09 – Carta della pericolosità geologica;
- Tav. G.10 – Carta della pericolosità sismica locale.

Le metodologie utilizzate per il rilievo, l'elaborazione e la restituzione cartografica sono illustrate nei capitoli in cui vengono descritte le singole tavole. I rilievi sul terreno sono stati eseguiti in scala 1:10.000/1:5.000 e restituiti utilizzando la cartografia più aggiornata della Regione Toscana.

4 – INQUADRAMENTO GENERALE DEL TERRITORIO

Secondo la descrizione definita durante la redazione del PS previgente, il territorio comunale di Montale si divide in tre diverse tipologie di ambienti:

- **ambiente di alta collina caratterizzato dagli estesi affioramenti delle Arenarie dell'Acquerino**, che costituisce la parte centro-settentrionale del territorio comunale. Le quote dei rilievi sono superiori ai 200 metri s.l.m., fino a raggiungere valori di 1000 m s.l.m. in corrispondenza del crinale dello spartiacque appenninico. L'elevata resistenza all'alterazione delle arenarie di questa formazione fa sì che la pendenza dei rilievi sia quasi ovunque molto elevata, superiore al 35% (Figura 1), tanto che l'utilizzo di questi terreni per pratiche agricole è sempre stato sporadico e limitato alla selvicoltura. Di rilievo è la scarsa presenza di una copertura detritica che, nella maggior parte dei casi, presenta spessori inferiori ai 3 metri, per cui risulta di scarso significato in termini di propensione al dissesto;
- **ambiente di bassa collina caratterizzato dagli affioramenti delle Unità Liguri**, che occupa i primi rilievi collinari e si spinge fino a poco più di 200 metri di quota. Questa parte di territorio è caratterizzata da morfologie dolci dovute alla facile erodibilità delle litologie argillitiche del substrato. Le caratteristiche morfologiche hanno permesso la coltivazione della vite e dell'olivo su terrazzamenti artificiali documentati fin da epoche

remote. Attualmente questa zona rappresenta un'area con un elevato valore paesaggistico e con un'agricoltura non "industrializzata" ancora in gran parte gestita a livello familiare, spesso *part-time*;

- **ambiente di pianura caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali**, che occupa la parte meridionale del territorio del comune ed è solcato dai principali corsi d'acqua (Aгна, Settola e Bure) (Figura 2); una complessa rete di fossi secondari invasa e smaltisce le acque basse. Si tratta di un ambiente fortemente antropizzato fin da epoche storiche, attualmente sede delle principali attività produttive del Comune e delle principali infrastrutture viarie. Nella zona di pianura affiorano depositi di conoide del Torrente Agna, costituiti da sedimenti eterogenei dal punto di vista granulometrico con ciottoli e ghiaia mescolati a matrice fine, e depositi di origine fluvio-palustre costituiti prevalentemente da argille e limi. La copertura è caratterizzata da spessori di circa 250 m lungo il limite sud-est del Comune e poggia su un substrato costituito da argilliti appartenenti alla Formazione di Sillano (Figura 3).

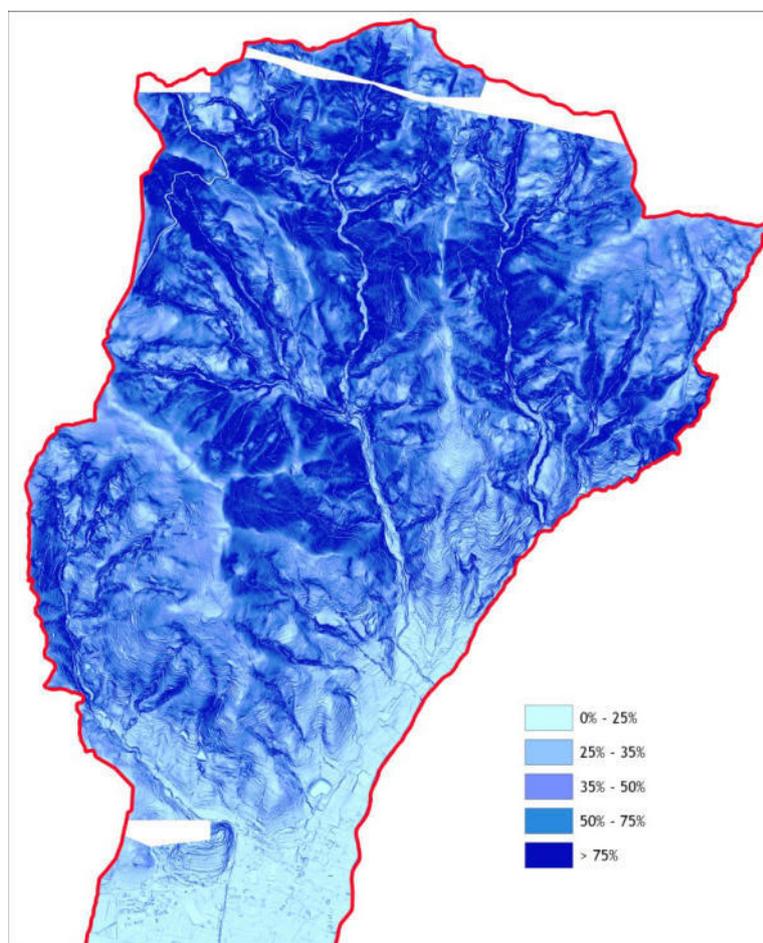


Figura 1

Acclività del territorio comunale di Montale

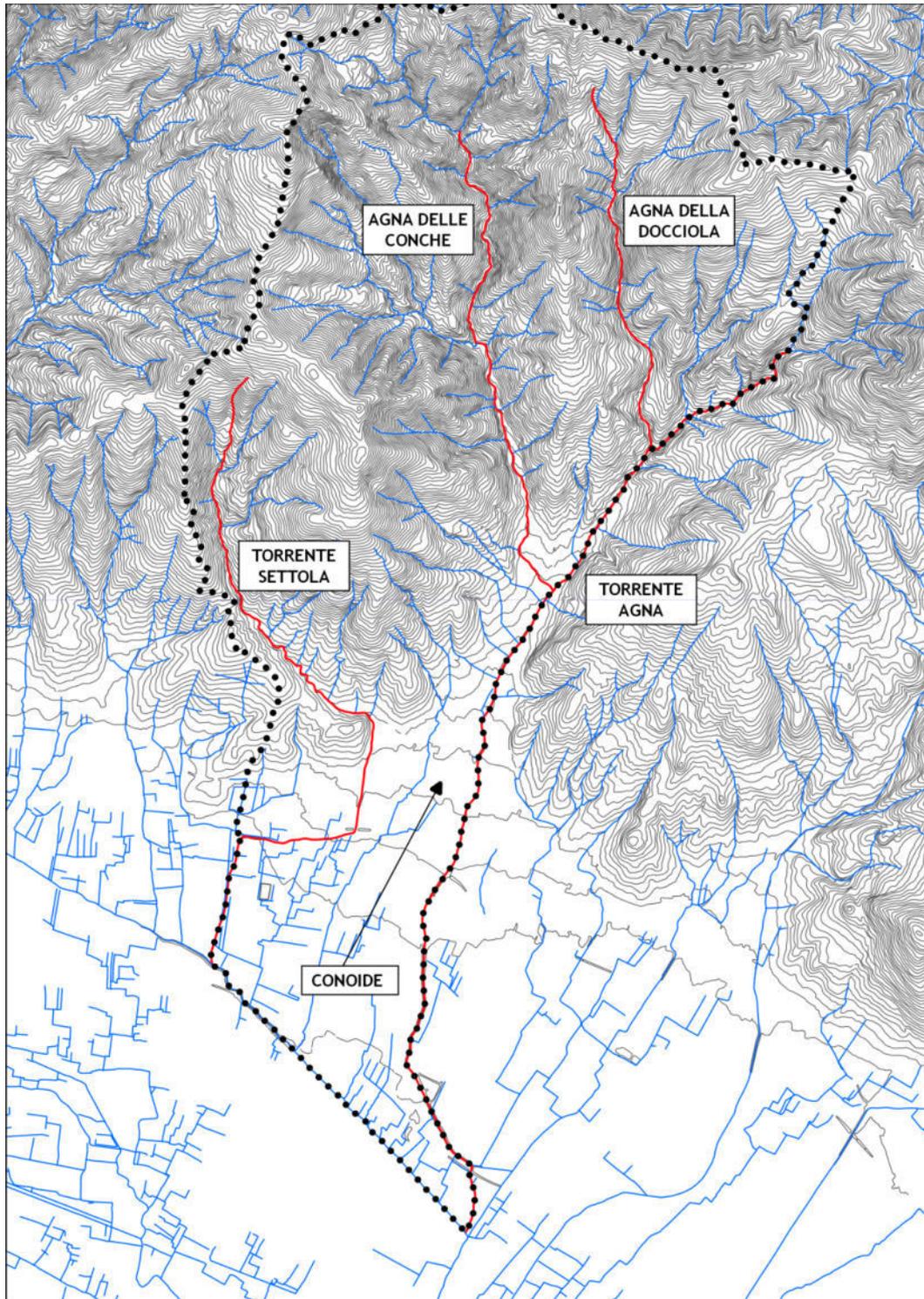


Figura 2
Idrografia superficiale

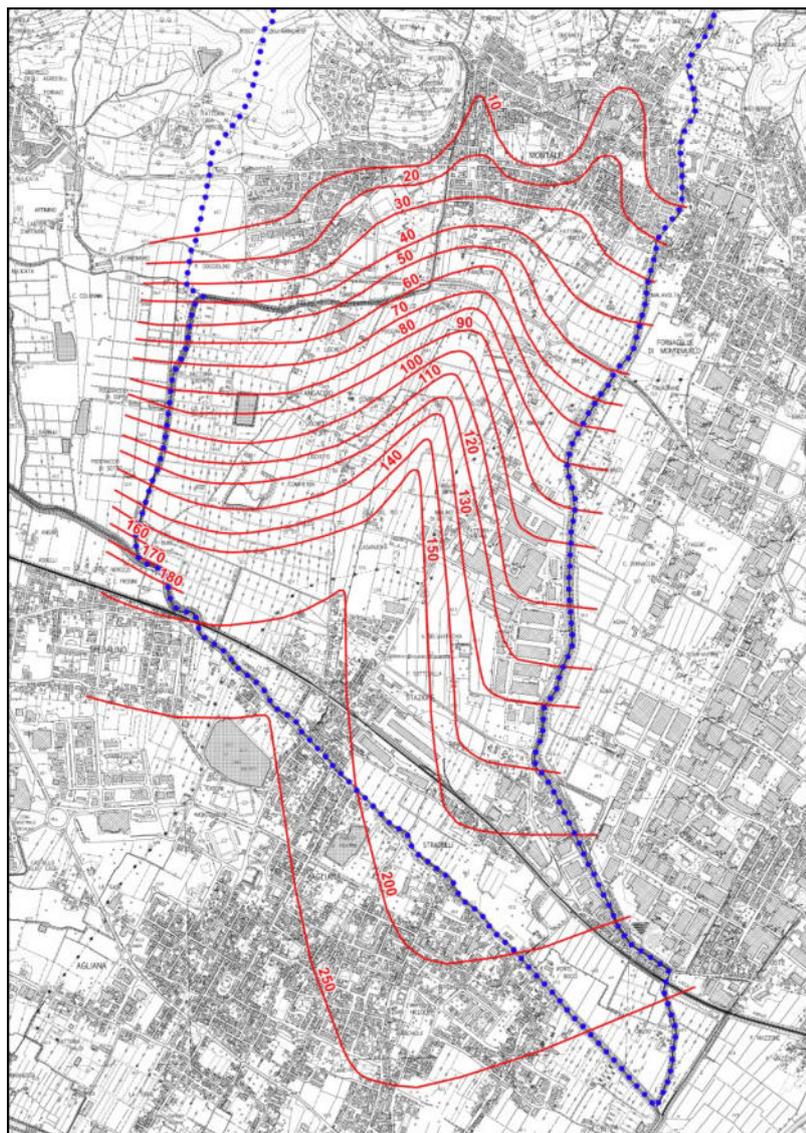


Figura 3

Isopache dei depositi di copertura della zona di pianura (studi MS di II livello)

Dal punto di vista strutturale, nel territorio comunale di Montale si rileva la classica sovrapposizione tra le unità Liguri (Supergruppo della Calvana) e la Falda Toscana. I contatti tra le unità sono naturalmente di natura tettonica e si presentano come faglie dirette ad alto angolo: evidentemente, in epoca sinorogenica, si trattava di superfici compressive a basso angolo che successivamente sono state riattivate durante le fasi distensive.

5 – CARTA GEOLOGICA (TAV. G.01)

La Tavola G.01 è stata elaborata a partire dai dati presenti negli strumenti urbanistici vigenti: in questi ultimi, la carta geologica era stata elaborata tenendo conto della Carta Geologica Regionale 1:10.000 (Progetto CARG), che in questa porzione dell'Appennino è stata rilevata direttamente dallo scrivente.

Di seguito si fornisce una breve descrizione delle singole unità litologiche distinte nella carta.

DOMINIO LIGURE

Formazione di Sillano

Argilliti e siltiti di colore grigio scuro con inclusi blocchi di natura calcarea di colore nocciola e rossastro, calcareo marnosa di colore verdastro e arenacea (Cretaceo Superiore – Eocene inferiore).

Argille a Palombini

Alternanza di calcisiltiti e calcilutiti grigio scure con base frequentemente calcarenitica, e di argilliti brune a frattura scagliosa. Lo spessore degli strati calcarei può superare anche il metro, ma in media è compreso fra 40 e 60 centimetri (Cretaceo).

DOMINIO TOSCANO

Formazione dell'Acquerino

Membro pelitico arenaceo

Siltiti prevalenti con strati di arenaria e, più raramente, di marne. Lo spessore degli strati arenacei è generalmente compreso fra 10 e 25 centimetri; la granulometria varia da fine a grossolana al variare dello spessore degli strati (Miocene inferiore).

Membro arenaceo

Arenarie grossolane in strati molto spessi e in banchi con intercalazioni sottili di siltiti ed argilliti; talora alla base dei banchi sono presenti brecciole costituite da calcari micritici, siltiti ed argilliti (Oligocene superiore – Miocene inferiore).

DEPOSITI DI COPERTURA

Corpo di frana

Depositi associati a fenomeni gravitativi con materiali di pezzatura e composizione variabili in funzione del substrato roccioso su cui si sono impostati.

Depositi eluvio-colluviali

Materiale eterogeneo di varia pezzatura derivante dall'alterazione della roccia del substrato accumulato in posto o dopo breve trasporto per ruscellamento.

Depositi alluvionali recenti

Depositi alluvionali di media e bassa pianura in prevalenza costituiti da argille e limi.

Depositi di fondovalle dei torrenti Agna e Settola

Sono depositi del Pleistocene-Olocene. Sono stati distinti in:

Depositi attuali e recenti

Sedimenti del primo terrazzo sul fondovalle dei torrenti.

Depositi antichi

Sedimenti del terrazzo superiore nel fondovalle del torrente Agna.

6 – CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. G.02)

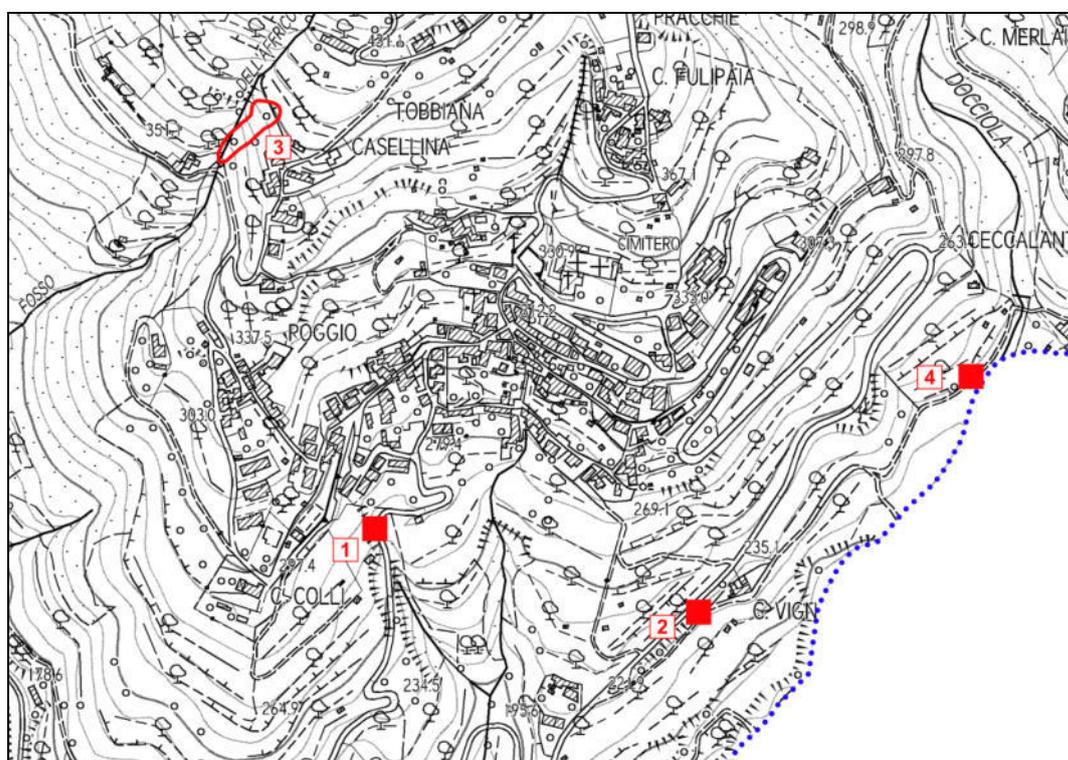
Si tratta di un aggiornamento della carta geomorfologica allegata al precedente Piano Strutturale contenente una revisione dei fenomeni di dissesto. In particolare, si è proceduto all'analisi delle ortofoto storiche reperibili su Geoscopio (<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/ortofoto.html>) e del DTM regionale con passo 1×1 realizzato su base LiDAR.

Coerentemente con gli indirizzi del Regolamento 5/R, nelle aree in frana interferenti con il territorio urbanizzato, sono state condotte analisi alla scala di maggior dettaglio; in questi casi sono state individuate la corona di frana e le aree di possibile influenza, intese come le zone di possibile retrogradazione della corona e di avanzamento del corpo. Nella figura della pagina che segue, sono riportate le aree in questione; si tratta di due sole forme quiescenti per le quali, nonostante il buon dettaglio delle immagini Lidar, non è stato possibile individuare le aree di distacco e di accumulo.

Un'ulteriore verifica dei dati raccolti è stata condotta mediante l'analisi dei Permanent Scatterers (PS disponibili al link https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/openlayers/326).

I successivi sopralluoghi in campagna hanno consentito la valutazione delle reali criticità individuate da remoto.

Per quanto riguarda la porzione collinare si riporta di seguito un elenco dei fenomeni attivi che si sono verificati nel territorio comunale dal 2012 ad oggi.



Eventi franosi che hanno caratterizzato il territorio di Montale dal 2012 ad oggi

- 1) **Frana di crollo** (non cartografabile) lungo Via Giuseppe Mazzini, avvenuta nel dicembre del 2012. A seguito del fenomeno sono state posizionate delle reti paramassi come opere di sistemazione del versante.



- 2) **Frana di scivolamento** (non cartografabile) lungo Via Antonio Gramsci, avvenuta a gennaio del 2014. In corrispondenza del fenomeno di dissesto sono stati posizionati dei gabbioni.



- 3) **Frana complessa attiva** lungo Via Cellini, ad ovest del centro abitato di Tobbiana, avvenuta nel novembre del 2015.

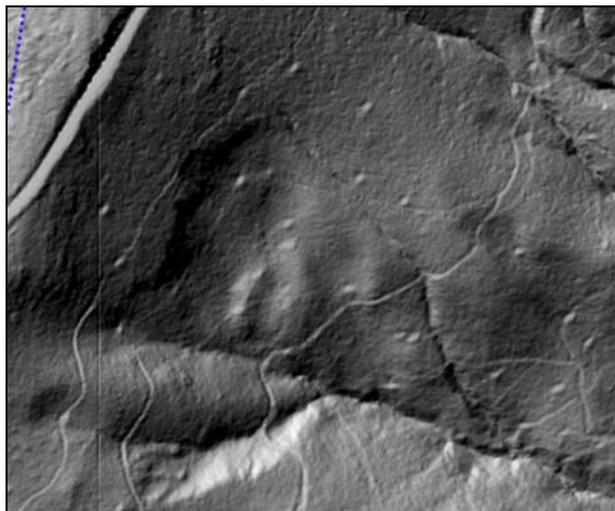


4) Frana complessa (non cartografabile) lungo Via Fratelli Biancalani, avvenuta a gennaio del 2021.



Come si vede si tratta di un numero di fenomeni limitati per numero e per superfici coinvolte che però hanno interferito con viabilità comunale o vicinale. In tre casi su quattro sono stati necessari interventi di consolidamento pur con differente grado di impegno.

Di seguito si riportano delle osservazioni che esulano dallo scopo del presente elaborato e possono essere considerate come curiosità rilevate durante lo studio effettuato tramite l'ausilio della metodologia LiDAR. All'interno del territorio comunale sono state individuate delle piccole aree pianeggianti all'interno di aree boscate, del diametro di una decina di metri; in certe zone sono piuttosto vicine, dell'ordine di 60-70 metri una dall'altra e in certi casi sono visibili dei sentieri che le uniscono. Nelle immagini sottostanti si riporta un esempio:



Vista la vocazione selvicolturale del territorio si è ipotizzato che potessero essere pianure per il carbone, ma ad oggi questa ipotesi non è ancora stata confermata.

Per quanto riguarda i principali caratteri geomorfologici cartografati nella Tavola G.02, si procede di seguito ad una disamina delle singole voci presenti in legenda.

Forme, processi e depositi gravitativi di versante

I processi di denudazione o erosione, dovuti all'azione della gravità, che agiscono sul substrato roccioso affiorante o sui detriti prodotti dalla degradazione meteorica, danno luogo a forme di accumulo di materiali eterogenei e a movimenti di massa, quali frane e soliflussi:

- *Frana complessa (attiva, quiescente, inattiva)*: frane caratterizzate da una combinazione di due o più tipologie di movimento;
- *Area a franosità diffusa quiescente*: sono aree interessate da deformazioni superficiali con stato di attività quiescente in funzione della morfologia dei luoghi e dal grado di pendenza;
- *Frane non cartografabili*: sono fenomeni di dissesto di limitata estensione che si sono attivati nell'arco degli ultimi 10 anni.

Forme, processi e depositi dovuti all'azione delle acque superficiali

I processi di dilavamento e di accumulo sono dovuti all'azione erosiva dell'acqua sul suolo ed al ruscellamento superficiale:

- *Aree soggette a dilavamento diffuso*: sono aree in cui la deformazione è legata essenzialmente all'azione dell'acqua di scorrimento superficiale. Si trovano in zone con roccia affiorante dove la copertura vegetale è scarsa o assente;
- *Aree soggette ad erosione laterale di sponda*: erosione dovuta all'azione della corrente idrica;
- *Coltre detritica eluvio-colluviale*: materiale eterogeneo di varia pezzatura derivante

dall'alterazione della roccia del substrato accumulato in posto o dopo breve trasporto per ruscellamento;

- *Depositi alluvionali*: comprendono i depositi alluvionali di media e bassa pianura in prevalenza costituiti da argille e limi ed i depositi di fondovalle dei Torrenti Agna e Settola;
- *Alvei fluviali particolarmente incisi*: sono alvei con tendenza all'approfondimento per effetto di intensa erosione.

Forme di origine antropica

Rientrano in questa categoria tutte le forme ed i depositi legati a processi associati all'attività antropica come l'attività estrattiva o interventi antropici di diversa origine.

- *Area di cava*: comprende l'area della cava inattiva Natali;
- *Laghi artificiali*: invasi artificiali;
- *Cassa di espansione del Fosso Agnaccino*;
- *Cassa di espansione sul Fosso della Badia*.

In generale, il territorio comunale di Montale presenta una bassa propensione al dissesto: i fenomeni attivi rilevati negli ultimi 10 anni coinvolgono aree di limitata estensione e si concentrano nelle aree circostanti il centro abitativo di Tobbiana, esternamente al tessuto urbanizzato. In generale quindi le forme di dissesto si trovano in aree marginali rispetto all'urbanizzato ed alle aree potenzialmente utilizzabili ai fini edilizi.

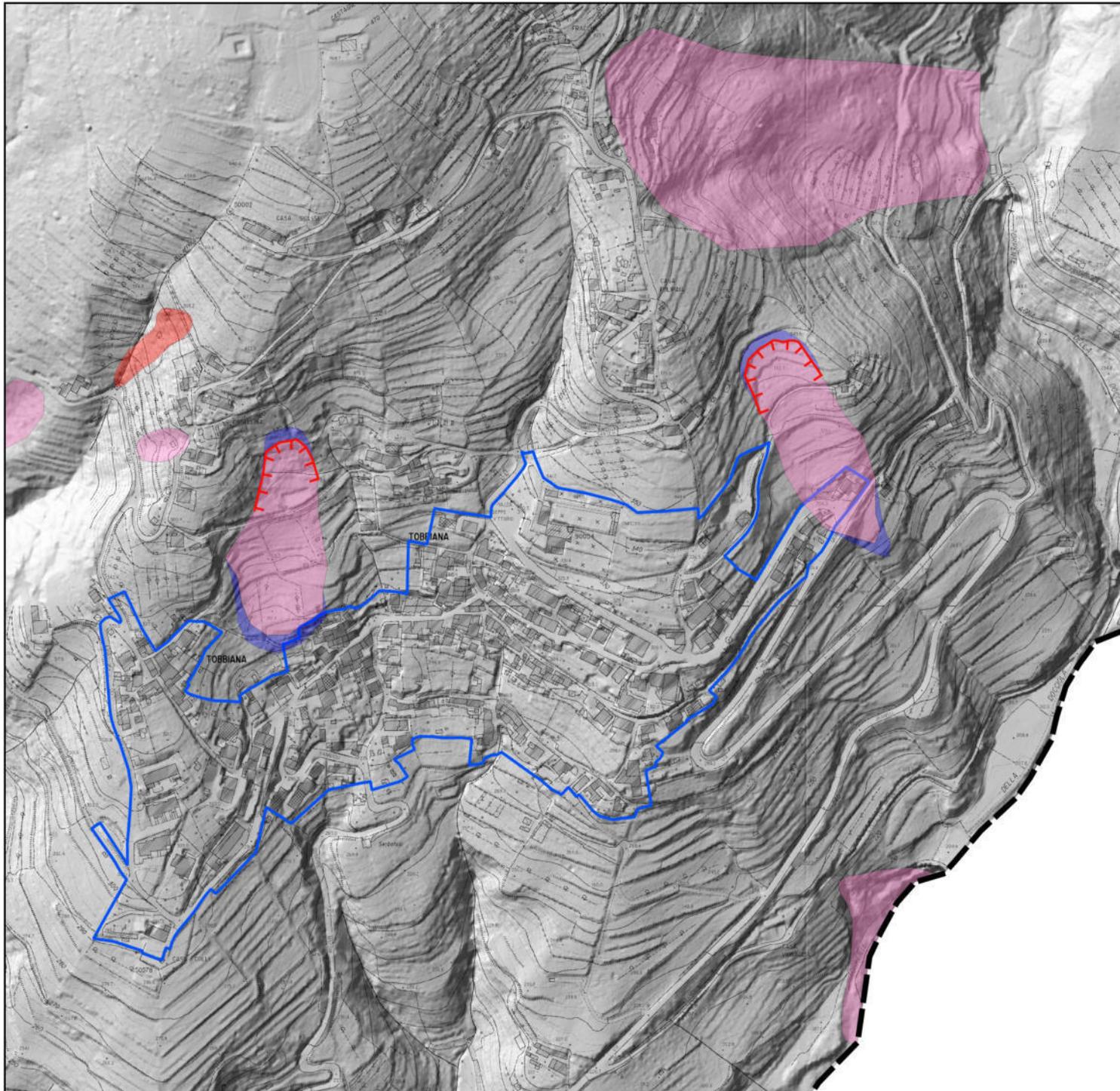
Nell'estratto della pagina che segue è riportato il dettaglio delle aree interessate da frane attive e quiescenti che interagiscono con il territorio urbanizzato. In accordo con il Regolamento 5/R, sono state individuate le aree di influenza, intese come possibili aree di retrogradazione della corona di distacco o di progradazione dell'accumulo. Come si vede, in considerazione della tipologia e della dimensione dei fenomeni, le aree di influenza risultano di limitata estensione.

**COMUNE DI MONTALE
LOCALITA' TOBBIANA CASELLINA
SCALA 1: 5000**

Legenda

-  Corpo di frana (complessa attiva)*
-  Corpo di frana (complessa quiescente)*
-  Area di influenza del fenomeno franoso
-  Corona di frana
-  Territorio urbanizzato
-  Limite comunale

**Il corpo di frana include zona di distacco, zona di scorrimento e zona di accumulo*



7 – CARTA IDROGEOLOGICA CON INDICAZIONI DI VULNERABILITÀ (TAV. G.03)

Questa carta contiene:

- indicazioni della vulnerabilità degli acquiferi presenti nel sottosuolo del territorio studiato;
- i punti di captazione ad uso acquedottistico approvati con D.G.R.T. n. 1537 del 9/12/2019;
- l'ubicazione dei punti di captazione privati (domestici, civili, produzione beni e servizi ed agricoli) denunciati presso il Genio Civile;
- nel territorio comunale ricadono n. 14 sorgenti e n. 3 derivazioni da acque superficiali (punti di presa da lago o invaso e da fiume o torrenti). Sono state indicate anche le zone di rispetto definite come un'area circolare di raggio pari a 200 m rispetto al punto di captazione, ai sensi dell'art.94 del D.lgs 152/2006;
- la morfologia della superficie della falda rappresentata da due serie di isofreatiche relative ad un periodo di "magra" e ad uno di "morbida". I dati sono quelli riportati nel precedente Piano Strutturale e sono tuttora ritenuti validi in considerazione delle scarse variazioni delle utilizzazioni del terreno agricolo. Per quanto riguarda l'ambito artigianale, il tessuto produttivo di Montale è caratterizzato da produzioni che richiedono modeste quantità di acqua ed anche in questo campo non risultano variazioni significative rispetto alle rilevazioni riportate nel precedente Piano Strutturale.
- i Permanent Scatterers nelle rotte ascendenti e discendenti relativi al periodo gennaio 2018 dicembre 2021.

7.1 – La permeabilità

La permeabilità delle formazioni rocciose e dei terreni alluvionali costituisce il parametro che più di altri fornisce indicazioni immediate sulle caratteristiche idrogeologiche dei terreni, e risulta determinante per la valutazione della presenza e, eventualmente, del grado di protezione di un acquifero. Il parametro "permeabilità" è di difficile determinazione: le misure effettuate in laboratorio su campioni di terreno e le prove in sito forniscono dati puntuali che non possono essere estrapolati ad intere formazioni rocciose che affiorano per superfici molto ampie e che hanno caratteristiche litologiche e strutturali rapidamente variabili in spazi brevi. Non potendo quindi contare su dati provenienti da prove dirette, si è dovuto fare ricorso ad un criterio più complesso, basato sulla combinazione, nelle singole formazioni, di una serie di elementi macroscopici quali la porosità, la densità di fratturazione, la densità ed il tipo di carsismo, le caratteristiche strutturali che possono essere valutati direttamente sul terreno e/o ricavati dalla letteratura specifica relativa a zone anche diverse da quella in esame.

Per i sedimenti della pianura valutazioni importanti sulla permeabilità derivano dalla conoscenza delle modalità di formazione e riempimento del paleoinvaso lacustre. Per la distribuzione dei litotipi affioranti nel territorio si è fatto riferimento alla composizione

granulometrica media del terreno che appare dalla Carta geologico-tecnica (Tavola G.05) unitamente alla ricostruzione stratigrafica della zona MOPS in cui ricade (Carta delle MOPS, Tavola G.07).

I criteri suddetti e le valutazioni effettuate, pur verificate alla luce di un'approfondita conoscenza del territorio, hanno permesso una zonazione di permeabilità di carattere soltanto qualitativo, con indicazione di massima delle caratteristiche idrogeologiche delle singole formazioni rocciose.

Le formazioni presenti nell'area studiata sono state classificate a seconda della loro permeabilità media, distinguendo permeabilità primaria e permeabilità secondaria. La permeabilità primaria è quella determinata dalla porosità in depositi alluvionali e detritici o comunque in tutti i tipi di sedimenti sciolti; la permeabilità secondaria è invece quella determinata da fratturazione in terreni litoidi.

Situazioni particolari e dati puntuali acquisiti durante studi specifici sul territorio, hanno permesso in alcuni casi di derogare da questa schematizzazione, permettendo un dettaglio più raffinato.

A scala regionale la situazione idrogeologica dell'intera pianura fra Pistoia e Firenze deriva direttamente dai processi geologici che hanno dato origine alla pianura alluvionale, formatasi, come noto, per il riempimento della depressione palustre che occupava all'inizio dell'era quaternaria l'intera zona compresa fra l'Appennino e la dorsale del Montalbano.

L'antico invaso palustre si è colmato per l'apporto solido dei torrenti provenienti essenzialmente dal versante settentrionale della depressione, dove il rapido sollevamento della catena appenninica ha favorito una attività erosiva ancora oggi molto intensa. Ai margini settentrionali della pianura, in corrispondenza dello sbocco dei torrenti principali, si sono così depositati grandi quantità di sedimenti grossolani che hanno formato i conoidi dei torrenti Ombrone, Agna e Bisenzio che costituiscono la caratteristica idrogeologica principale dell'intera pianura. Nella fascia centrale e meridionale della pianura, fossi e torrenti ormai con energia ridotta, e quindi con apporto solido minore, hanno depositato sedimenti a granulometria fine, costituiti in prevalenza da sabbie fini, limi e argille più o meno limose, a permeabilità sempre più bassa via via che si procede verso la bassa pianura in direzione sud e sud-est.

Di seguito è riportata l'assegnazione alle varie classi di permeabilità delle singole formazioni geologiche distinte nella Carta geologica (Tavola G.01).

Depositi di copertura	Permeabilità primaria
Corpo di frana	Media
Depositi eluvio-colluviali	Media
Depositi alluvionali recenti a granulometria fine	Bassa
Depositi alluvionali recenti a granulometria grossolana	Medio alta
Depositi di fondovalle dei Torrenti Agna e Settola a granulometria fine	Media
Depositi di fondovalle dei Torrenti Agna e Settola a granulometria grossolana	Medio alta
Substrato roccioso	Permeabilità secondaria
Formazione di Sillano	Molto bassa
Argille a Palombini	Molto bassa
Formazione dell'Acquerino	
<i>Membro pelitico-arenaceo</i>	Bassa
<i>Membro arenaceo</i>	Medio alta

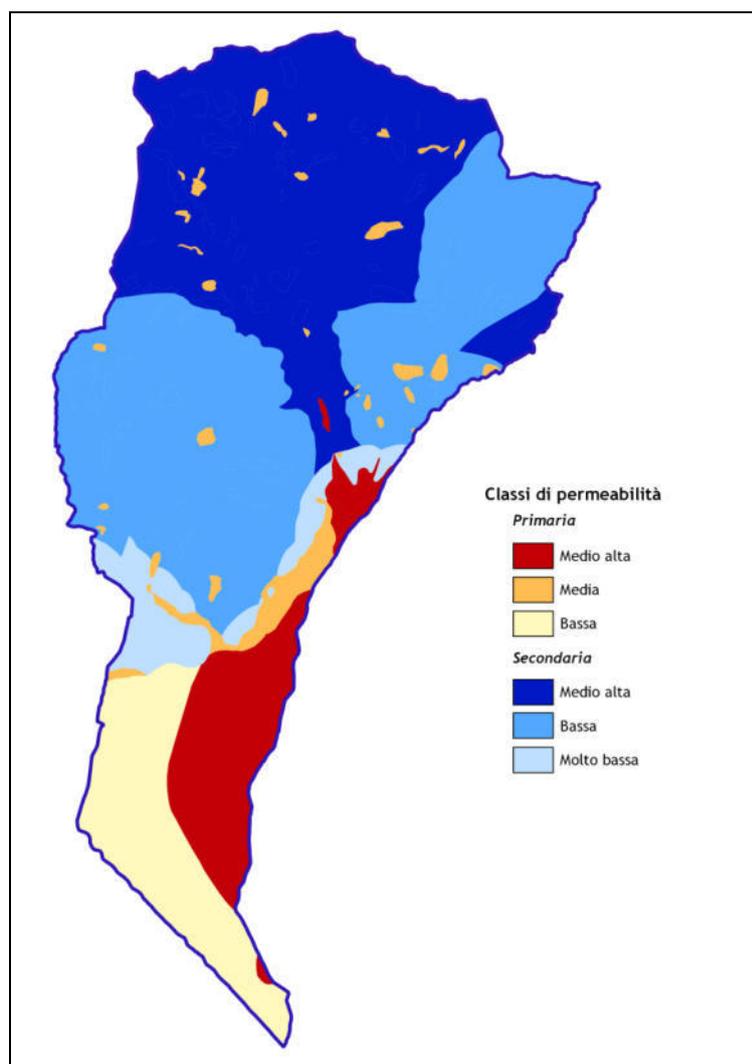
Il territorio di pianura è quindi caratterizzato da permeabilità medio-alta nelle aree del conoide dei Torrenti Agna e Settola e da permeabilità bassa nel resto del territorio.

Nella maggior parte del territorio collinare affiorano formazioni rocciose caratterizzate da permeabilità secondaria per fratturazione. Definire con sufficiente attendibilità il grado di permeabilità secondaria di un'area costituisce un problema di notevole complessità in quanto occorre acquisire una serie di parametri (composizione litologica, densità di fratturazione, presenza di grandi dislocazioni tettoniche e loro andamento in profondità) di non facile valutazione con le sole osservazioni di superficie e spesso variabili in spazi molto brevi. L'inserimento delle singole formazioni rocciose nelle varie classi di permeabilità si è basato sulla conoscenza dettagliata della composizione litologica, delle caratteristiche strutturali dell'intero territorio provinciale e sull'esame della densità e della portata delle sorgenti.

In sintesi, nella parte collinare/montuosa del territorio comunale si osserva:

- le aree a permeabilità primaria sono rappresentate da limitati affioramenti di depositi fluviali di fondovalle e da quelli eluvio/colluviali;
- non sono presenti aree di affioramenti rocciosi con permeabilità molto alta per fratturazione: al Membro Arenaceo della Formazione dell'Acquerino è stata assegnata una permeabilità medio-alta, mentre nella porzione restante di territorio collinare affiorano formazioni con rilevanti frazioni di siltiti e/o argilliti a cui sono state assegnate valori di permeabilità per fratturazione molto bassa e bassa.

Di seguito si riporta la suddivisione del territorio del Comune nelle diverse classi di permeabilità:



Classi di permeabilità

7.2 – Acquiferi e morfologia della superficie freatica di pianura

La pianura di Montale costituisce una porzione della fascia settentrionale della più ampia pianura del Medio Valdarno, risultato dell'evoluzione del bacino fluviolacustre formatosi nel Pleistocene inferiore. La depressione è stata riempita, man mano che si approfondiva, da sedimenti che raggiungono lo spessore massimo di 600 metri nell'area di Campi Bisenzio. Nel territorio di Montale, il substrato roccioso prelacustre si trova ad una profondità massima di circa 250 metri dal piano di campagna al confine sud del Comune.

Nella zona di Montale, data la presenza degli sbocchi in pianura dei Torrenti Agna e Settola, gli acquiferi sono costituiti dai corpi di ghiaie e sabbie presenti nelle aree di conoide confermate in termini litologici nella Carta geologico-tecnica (Codice "GM", Tavola G.05). Si tratta di acquiferi piuttosto estesi arealmente ma con spessori generalmente modesti e permeabilità media non elevata; questo fa sì che in queste porzioni di territorio la risorsa idrica del sottosuolo sia non particolarmente abbondante anche se

arealmente diffusa.

La superficie della falda rappresentata nella carta delle isofreatiche è stata ripresa dal lavoro di Gabbani *et Alii.* (2003)¹ che hanno condotto uno studio idrogeologico nell'area di pianura dei Comuni di Montale, Montemurlo ed Agliana con rilievi eseguiti negli anni 1997-1998. Tali rilievi, sebbene eseguiti alla fine degli anni '90, possono essere considerati ancora validi dal momento che non si rilevano variazioni significative nei consumi di acque di falda. In questa parte di pianura, infatti, non si sono verificati incrementi consistenti dell'attività vivaistica, come in altre porzioni dell'area pistoiese, né tantomeno dell'industria che al contrario attraversa un momento di contrazione.

Il flusso delle acque sotterranee segue a grandi linee quello dell'idrografia superficiale, con direzione dai rilievi circostanti la pianura verso il centro e quindi verso sud. Le principali aree di alimentazione della falda sono costituite dalle aste fluviali dei torrenti Agna e Settola: in particolare, il torrente Agna drena le acque di falda nella parte dell'alta pianura, grosso modo fino all'altezza della vecchia Provinciale, a valle della quale alimenta gli acquiferi di pianura.

Il confronto fra l'andamento delle isofreatiche in periodo di "magra" (ottobre 1997) ed in periodo di "morbida" (maggio 1998), rivela che la situazione rimane sostanzialmente stabile nel corso dell'anno con poche differenze fra i due periodi.

Il gradiente idraulico presenta valori piuttosto bassi in tutto il territorio di pianura con un massimo di 1% nella parte alta ed un minimo di 0.3% in quella bassa: la diminuzione di gradiente verso sud dipende ragionevolmente dalla diminuzione di permeabilità che si osserva allontanandosi dalle aree di conoide verso gli acquiferi più poveri della bassa pianura.

Gli acquiferi delle zone collinari sono invece contenuti nelle formazioni rocciose (che in pianura costituiscono il substrato dei complessi alluvionali recenti) ed hanno per questo caratteristiche molto diverse dagli acquiferi di pianura. Questo tipo di acquifero è caratterizzato da permeabilità secondaria per fratturazione: l'acqua circola nelle cavità e/o nelle fratture delle rocce; in funzione della densità di cavità, di faglie e di fratture presenti un intervallo può rappresentare un acquifero di maggiore o minore importanza. L'individuazione di acquiferi di questo genere è molto difficile e comporta conoscenze dettagliate della struttura geologica della zona e degli sforzi tettonici cui le formazioni rocciose sono state soggette nella loro storia geologica e richiede criteri di analisi sofisticati. Nel territorio collinare i pozzi per acqua sono piuttosto rari e vengono eseguiti per coprire isolate esigenze di singole abitazioni: in linea di massima i pozzi in roccia arenacea entro i cento metri di profondità hanno produzioni medie dell'ordine di 50 l/m.

In pianura non sono presenti pozzi ad uso acquedottistico mentre ci sono alcuni pozzi ad uso artigianale nell'area compresa tra Via Garibaldi ed il Torrente Agna. Si tratta di pozzi relativamente profondi (oltre m 50) che intercettano acquiferi piuttosto modesti (non a caso qui non si è sviluppata l'industria "umida"). I pozzi irrigui sono limitati alle aree

¹ Gabbani G., Pranzini G., Vagaggini R. - *Qualità delle acque sotterranee del Comune di Montale (Prato) in relazione alla vulnerabilità dell'acquifero e alle fonti potenziali di inquinamento.* (2003). Atti I Convegno Nazionali AIGA 2003, Chieti, 449-462

con vocazioni vivaistiche; in termini quantitativi il diffuso utilizzo dei sistemi a risparmio idrico (tipo goccia a goccia) mantiene i consumi su valori compatibili con le risorse disponibili. Esistono poi pozzi domestici, molti di remota costruzione e modesta profondità, con prelievi di limitate quantità di acqua.

7.3 – Vulnerabilità degli acquiferi

La zonazione di permeabilità permette una valutazione qualitativa della vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee. La legenda relativa alla vulnerabilità è divisa in due parti: una per le aree di affioramento dei sedimenti a permeabilità primaria (depositi di copertura) ed una per quelle a permeabilità secondaria (substrato roccioso).

Negli acquiferi a **permeabilità primaria** sono state distinte le seguenti classi di vulnerabilità:

Grado di Vulnerabilità alto: *il terreno sovrastante il primo acquifero ha uno spessore ridotto ed una permeabilità relativamente alta, per cui offre scarsa protezione nei confronti di un eventuale inquinante sparso in superficie. Il tempo d'infiltrazione è inferiore ad un mese, per cui solo gli inquinanti più rapidamente degradabili possono essere adsorbiti e neutralizzati dal terreno non saturo.*

Grado di Vulnerabilità medio alto: *lo spessore e la permeabilità del terreno sovrastante il primo acquifero di sottosuolo comportano tempi di arrivo di un eventuale inquinante sparso in superficie compreso fra un mese ed un anno. Questo tempo è sufficiente alla degradazione degli inquinanti biologici, ma non garantisce la neutralizzazione dei più comuni inquinanti chimici.*

Grado di Vulnerabilità medio basso: *il primo acquifero sotterraneo di interesse pratico è relativamente protetto dal terreno sovrastante. Il tempo di arrivo è superiore ad un anno, quindi solo gli inquinanti meno degradabili possono raggiungere la falda per infiltrazione dalla superficie.*

Negli acquiferi a **permeabilità secondaria** sono state distinte le seguenti classi di vulnerabilità:

Grado di Vulnerabilità medio alto: *le formazioni geologiche che affiorano in queste aree, composte in prevalenza da arenarie, hanno una permeabilità media per fratture. Un inquinamento consistente può raggiungere la rete idrica sotterranea ed inquinare le sorgenti alimentate.*

Grado di Vulnerabilità medio basso: *la permeabilità medio-bassa delle formazioni geologiche affioranti rende basso il rischio che un inquinante disperso in superficie raggiunga le sorgenti di bassa portata alimentate dalla modesta rete idrica.*

Grado di Vulnerabilità basso: *in queste zone le formazioni geologiche, composte prevalentemente da argilliti, hanno permeabilità molto scarsa e quindi non contengono falde idriche di qualche interesse e non consentono l'infiltrazione di sostanze contaminanti agli acquiferi eventualmente sottostanti. Tuttavia, un inquinante sparso in superficie può*

essere trasportato facilmente, dalle acque di ruscellamento superficiale, agli eventuali acquiferi delle aree confinanti topograficamente più basse.

Nella tabella che segue sono riassunti i valori del Grado di Vulnerabilità per tutte le formazioni geologiche o per le forme presenti sul territorio studiato:

Depositi di copertura	Grado di Vulnerabilità
Corpo di frana	Alto
Depositi eluvio-colluviali	Medio alto
Depositi alluvionali recenti a granulometria fine	Medio basso
Depositi alluvionali recenti a granulometria grossolana	Alto
Depositi di fondovalle dei Torrenti Agna e Settola a granulometria fine	Medio basso
Depositi di fondovalle dei Torrenti Agna e Settola a granulometria grossolana	Alto
Substrato roccioso	
Formazione di Sillano	Basso
Argille a Palombini	Basso
Formazione dell'Acquerino	
<i>Membro pelitico-arenaceo</i>	Medio basso
<i>Membro arenaceo</i>	Medio alto

7.4 – Il tema della subsidenza

Nelle immagini che seguono sono riportati dei dettagli delle aree interessate da fenomeni di subsidenza identificati mediante i Permanent Scatterers. Le immagini si riferiscono a due differenti intervalli temporali:

- la prima coppia comprende il periodo dicembre 2014-marzo 2021;
- la seconda comprende il periodo gennaio 2018-dicembre 2021.

I due periodi presentano un'estesa sovrapposizione temporale, ma differiscono in modo localmente significativo a causa di un diverso tipo di analisi dei dati. La seconda coppia di immagini, riferita ad un periodo più breve, presenta un maggior numero di punti e riporta informazioni meno mediate sulla serie temporale.

Si osserva:

- in Figura 4a è riportato un inquadramento di tutti i punti PS disponibili per l'intero territorio comunale;
- nelle figure 4b e 4d, relative al periodo dic 2014 – mar 2021, è evidenziata una sostanziale stabilità generale del territorio di pianura, con modesti abbassamenti in una porzione piuttosto estesa in destra Agna, in corrispondenza dell'area artigianale di Stazione (PS di colore giallo: velocità di abbassamento di 2-5 mm/anno);

- nelle figure 4c e 4e, relative al periodo gen 2018 – dic 2021, l'area in abbassamento relativa alla zona artigianale risulta meno estesa mentre compare una zona con velocità più elevata in sinistra Bure (PS in colore rosso: velocità pari a 10-20 mm/anno);
- per quanto riguarda l'area artigianale in destra Agna, l'entità degli abbassamenti e la progressiva riduzione delle aree interessate, non fanno rilevare criticità particolari; preme inoltre osservare che nell'ambito di questo comparto non sono state segnalate lesioni negli edifici riconducibili a cedimenti del terreno;
 - per quanto riguarda l'area posta in sinistra Bure si tratta di un comparto vivaistico presente da tempo, in cui è stata rilevata la presenza di alcuni pozzi irrigui di cui ad oggi non sono note le caratteristiche. All'interno di questo ambito non sono presenti immobili o infrastrutture in grado di registrare movimenti del terreno; si tratta in ogni caso di una porzione di territorio che non interferisce con le aree urbanizzate.

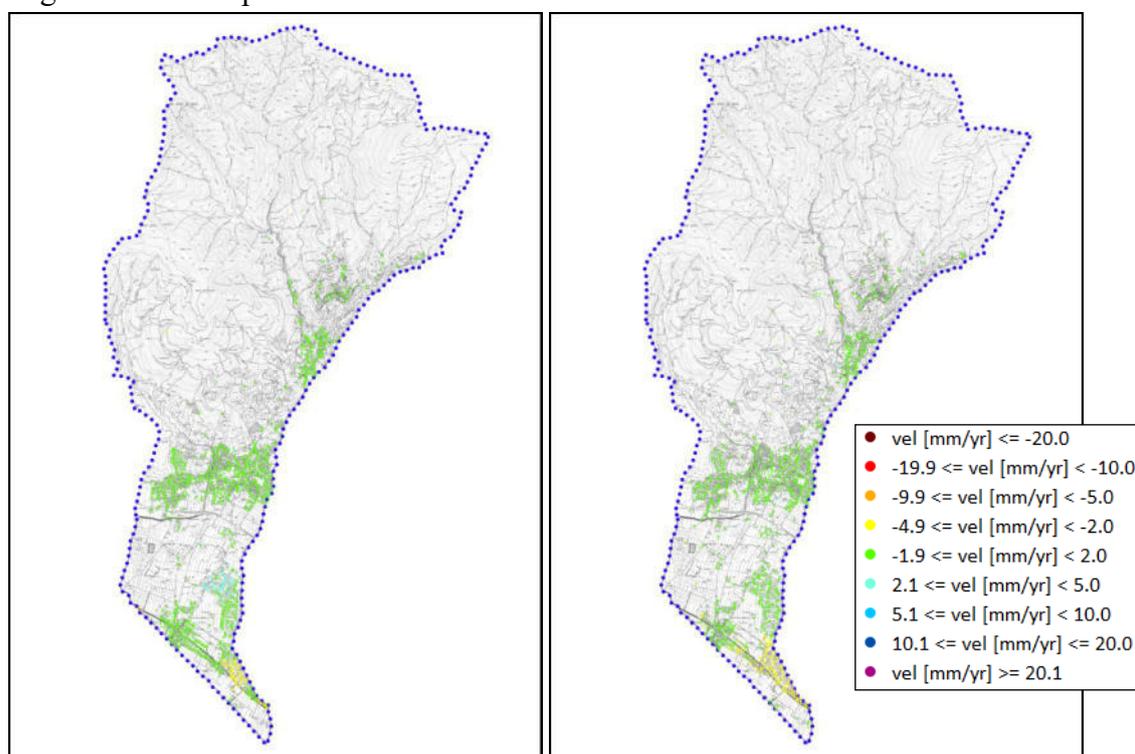


Fig 4a

Permanent Scatterers – Ascending (a destra) e Descending (a sinistra) del Comune di Montale

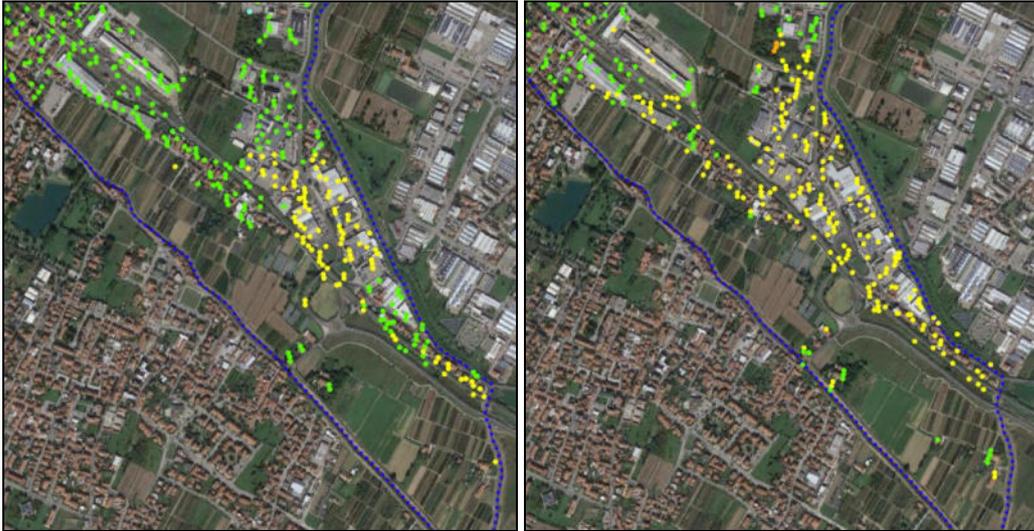


Fig 4b
Permanent Scatterers – Ascending (a destra) e Descending (a sinistra)
Dicembre 2014 – Marzo 2021
Zona di bassa pianura (Area artigianale – Zona Stazione)

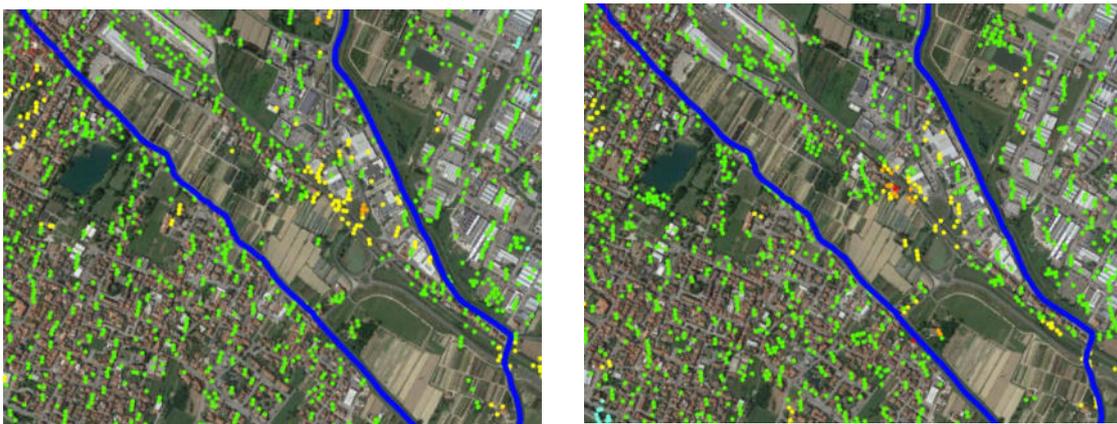


Fig 4c
Permanent Scatterers – Ascending (a destra) e Descending (a sinistra)
Gennaio 2018 – Marzo 2021
Zona di bassa pianura (Area artigianale – Zona Stazione)



Fig 4d

*Permanent Scatterers – Ascending (a destra) e Descending (a sinistra)
Dicembre 2014 – Marzo 2021
Zona di bassa pianura (Area vivaistica)*



Fig 4e

*Permanent Scatterers – Ascending (a destra) e Descending (a sinistra)
Gennaio 2018 – Marzo 2021
Zona di bassa pianura (Area vivaistica)*

Come concordato con i funzionari del Genio Civile, la Carta Idrogeologica di Tav. G.03 è stata integrata con l'inserimento dei pozzi autorizzati, suddivisi per categorie: domestici, agricoli, civili, produttivi. Si è poi proceduto ad un'analisi della distribuzione e della densità dei pozzi ponendo particolare attenzione alle aree in subsidenza descritte nelle pagine precedenti. I risultati indicano che nelle zone maggiormente critiche, la distribuzione dei pozzi, con particolare riferimento a quelli produttivi e agricoli, non risulta maggiore rispetto ad altre aree. In altre parole non emergono indizi di uno sfruttamento particolarmente intenso della risorsa idrica quale causa dei fenomeni di subsidenza.

In prima approssimazione sembra confermato quanto rilevato in altre situazioni analoghe, e cioè che i fenomeni di subsidenza si possono verificare anche con emungimenti relativamente modesti; le cause in questi casi sarebbero da ricercarsi in

condizioni stratigrafiche sfavorevoli sostanziale assenza di veri e propri acquiferi ma piuttosto di acquitardi che progressivamente si svuoterebbero generando fenomeni di consolidazione.

Questo modello, verificato in un caso nel vicino Comune di Montemurlo, potrebbe essere chiamato in causa anche nelle situazioni oggetto di studio. La verifica puntuale dei fenomeni e delle reali cause potrà eventualmente essere condotta in occasione della redazione del Piano Operativo.

8 – CARTA DELLE INDAGINI (TAV. G.04)

Questa carta contiene la sintesi delle conoscenze dei dati geotecnici del sottosuolo del territorio comunale interessato dagli studi di Microzonazione Sismica di I e di II livello. La simbologia seguita è quella indicata nelle Istruzioni Tecniche e negli Standard di rappresentazione e archiviazione informativa Versione 4.2.

	Tipo	n.
Banca dati primo e secondo livello	Sondaggi a carotaggio continuo	16
	Prove penetrometriche statiche	35
	Pozzi per acqua	8
	Sismiche ESAC	15
	Sismiche MASW	14
	Sismiche P/SH	21
	<i>Down Hole</i>	2
	H/V	72
Dati da Genio Civile	Pozzi per acqua	10

Indagini utilizzate per la redazione della Carta delle indagini

In Appendice sono riportate le tabelle con indicate tutte le indagini presenti in carta. I report delle indagini sono allegati in formato .pdf.

9 – SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE (TAV. G.06)

La Tavola G.06 contiene tre sezioni geologico-tecniche rappresentative dell'intero territorio di pianura elaborate durante gli studi MS di II livello. Illustrano l'andamento del substrato, il riempimento fluvio lacustre con prevalenza di sedimenti argilloso limosi e l'estensione dei depositi di conoide del Torrente Agna.

10 – MICROZONAZIONE SISMICA

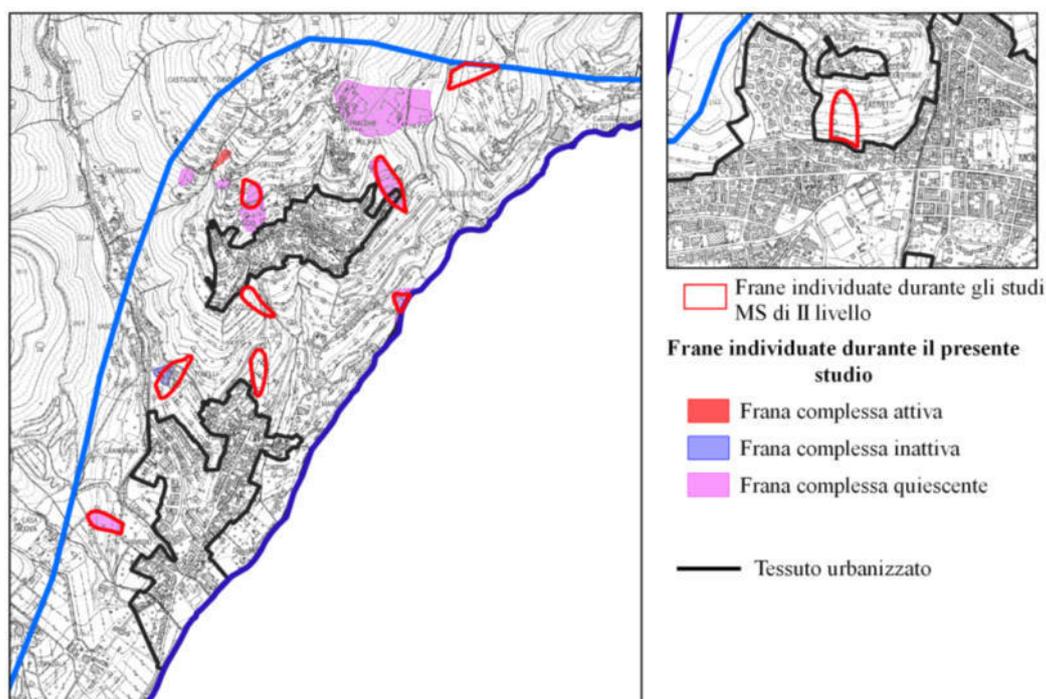
La zonazione di pericolosità sismica passa attraverso la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica di II Livello definito dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica. Il territorio comunale di Montale è dotato di studi di MS di II livello redatti dagli scriventi. La revisione di maggior dettaglio dei fenomeni franosi nel territorio collinare, eseguita durante il presente studio, ha coinvolto anche le aree interessate dagli studi di MS, per cui è stato necessario aggiornare le cartografie allegata a tali studi così da renderli coerenti con l'aggiornamento del quadro conoscitivo.

Seguendo gli Indirizzi e i Criteri per la Microzonazione Sismica sono stati quindi aggiornati i seguenti elaborati:

- Carta geologico-tecnica;
- Carta delle MOPS;
- Carta di Microzonazione Sismica relativa agli intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.0 s.

Per maggiori dettagli riguardo a ciascun elaborato si rimanda ai corrispondenti paragrafi delle Relazioni Illustrative allegata agli studi MS di I e II livello.

Come detto, si tratta di modifiche limitate alle porzioni di territorio collinare ricadenti tra le aree analizzate in occasione degli studi di Microzonazione Sismica; in termini pratici gli aggiornamenti che hanno reso necessario la modifica delle carte di MS riguardano n. 9 areali in tutto, come mostrato dalle immagini sottostanti.



Areali modificati rispetto agli studi di MS

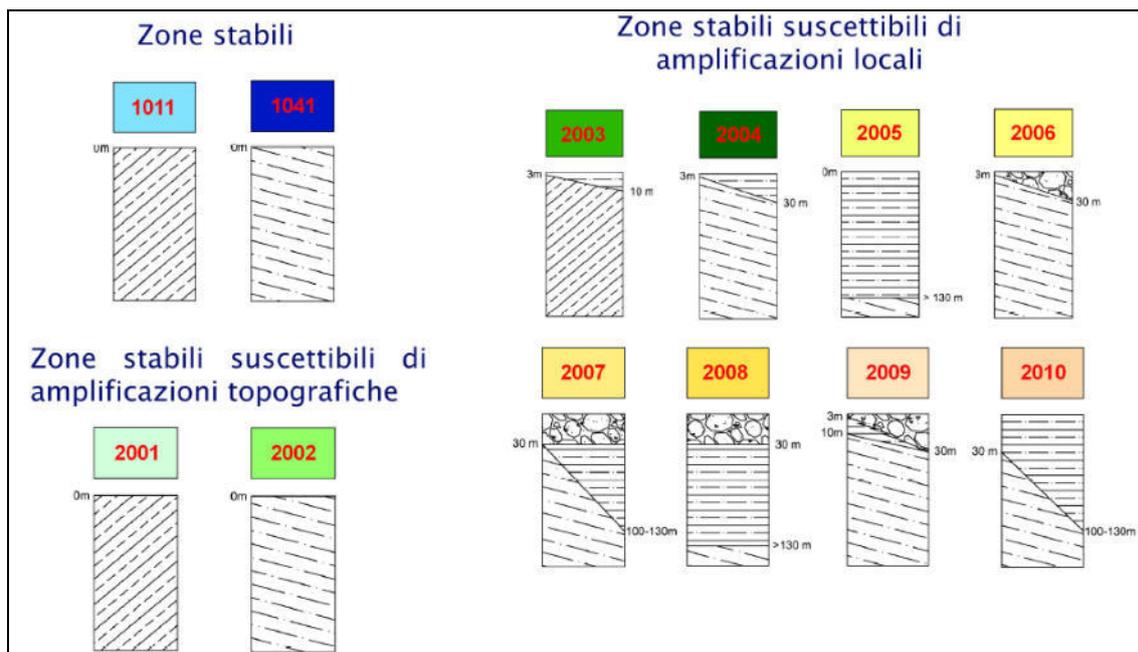
10.1 – Carta geologico-tecnica (TAV. G.05)

Nella tabella che segue viene riportata una sintesi della metodologia utilizzata mettendo in relazione la legenda della Carta geologica con quella della Carta geologico-tecnica.

Carta geologica	Carta geologico-tecnica
Frana complessa attiva	3014
Frana complessa quiescente	3024
Frana complessa inattiva	3034
Depositi eluvio-colluviali	ML _{ec} – Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di eluvi/colluvi
Depositi alluvionali recenti a granulometria fine	ML _{pd} – Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di piana pedemontana
Depositi alluvionali recenti a granulometria grossolana	GM _{pd} – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di piana pedemontana
Depositi di fondovalle dei Torrenti Agna e Settola a granulometria fine	ML _{tf} – Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di terrazzo fluviale
Depositi di fondovalle dei Torrenti Agna e Settola a granulometria grossolana	GM _{pd} – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di piana pedemontana
Formazione di Sillano	ALS – Alternanza di litotipi stratificato
Argille a Palombini	
Formazione dell'Acquerino	LPS – Lapideo stratificato
<i>Membro pelitico-arenaceo</i>	
<i>Membro arenaceo</i>	

10.2 – Carta delle MOPS (TAV. G.07)

Si riportano di seguito le colonne stratigrafiche delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica individuate negli studi di I e II livello e la legenda delle Zone instabili.



Colonne stratigrafiche delle zone stabili e stabili suscettibili di amplificazioni



Zone di Attenzione per Instabilità

10.3 – Carta della Microzonazione Sismica (TAVV. G.08.1 e G.08.2)

Si riportano nelle tabelle di seguito i valori dei Fattori di Amplificazione per i periodi 0.1-0.5s e 0.5-1.0s per le zone stabili e per le zone instabili.

Zona MOPS	Sottozone	FA 0.1 – 0.5 s	FA 0.5 – 1.0 s
1011 e 1041		1.0	1.0
2001		1.0 (Ft =1.2)	1.0 (Ft =1.2)
2002		1.0 (Ft =1.2)	1.0 (Ft =1.2)
2003		1.9	1.6
2004		2.0	1.5
2005	A	1.2	1.4
	B	1.1	1.5
	C	1.2	1.6
2006	1.8	1.6	
2007	A	1.8	1.8
	B	1.5	2.3
2008	A	1.1	1.5
	B	1.2	1.6
2009		2.0	1.5
2010	A	2.0	1.9
	B	1.5	2.3

Zona instabile	FA 0.1 – 0.5 s	FA 0.5 – 1.0 s
Su 2001	1.4	1.4
Su 2002	1.4	1.4
Cedimento differenziale	2.0	1.6

11 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (TAV. G.09)

La Carta di Pericolosità Geologica è stata redatta seguendo le prescrizioni del D.P.G.R. 30/01/2020 n. 5/R; in particolare:

- all'interno del tessuto urbanizzato, per i corpi di frana quiescenti, sono state valutate le possibili aree di evoluzione del dissesto; la valutazione è stata eseguita in modo “ragionato”, analizzando cioè la morfologia dei luoghi e la tipologia del movimento franoso;
- per quanto riguarda le frane inattive e le coltri detritiche eluvio-colluviali sono state distinte le aree con acclività maggiore o minore di 15°.

Classe G1 (pericolosità bassa): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi. Vi rientrano principalmente i depositi alluvionali affioranti nelle aree di pianura e di fondovalle.

Classe G2 (pericolosità media): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi, aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione

risulta una bassa propensione al dissesto. Rientra in questa classe la maggior parte del territorio collinare e montuoso: in particolar modo le aree con substrato affiorante o subaffiorante di tipo arenaceo ed i depositi di copertura (coltri eluvio-colluviali e frane inattive) con acclività inferiore a 15°.

Classe G3 (pericolosità elevata): aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; area 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 acclività superiori a 15°. Sono compresi in questa classe aree di substrato affiorante o subaffiorante di composizione argillitica indipendentemente dall'acclività, fenomeni morfologici quiescenti, coltri eluvio-colluviali e frane inattive con acclività maggiori di 15°, aree soggette a dilavamento diffuso in cui non si osserva la presenza di substrato affiorante e l'area dell'ex cava Natali.

Classe G4 (pericolosità molto elevata): 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. Sono comprese in questa classe le frane attive, le aree con substrato affiorante soggette a dilavamento diffuso e le aree soggette ad erosione laterale di sponda.

12 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. G.10)

La Carta della Pericolosità Sismica locale è l'elemento di sintesi dello studio di Microzonazione Sismica; anche in questo caso sono state utilizzate le specifiche indicate dal D.P.G.R. n. 5/R del 30 gennaio 2020, con particolare riferimento al punto C.3 dell'Allegato A. La Tavola G.10 copre le aree interessate dagli studi di MS.

Nella redazione della carta si è tenuto conto:

- della classificazione geologica e geologico-tecnica del territorio;
- dei fattori di amplificazione FA.

Classe S1 (pericolosità bassa)

Rientrano in questa classe le zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione < 15°), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Classe S2 e Sottoclasse S2* (pericolosità media)

Rientrano in questa classe:

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1 Hz;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (FA) ≤ 1.4 ;
- zone suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15°);

Sottoclasse S2* - Pericolosità media

Vi rientrano le aree in cui il fattore di amplificazione risulta (FA) ≤ 1.4 solamente nell'intervallo dello spettro 0.1-0.5 s, mentre risulta superiore nell'intervallo 0.5-1.0s. Di questa particolarità occorrerà tener conto in fase di definizione delle condizioni di fattibilità.

Classe S3 (pericolosità elevata)

Rientrano in questa classe:

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (FA) > 1.4 ;
- aree interessate da instabilità di versante quiescente e relative aree di evoluzione;
- aree di attenzione per cedimenti differenziali.

Classe S4 (pericolosità molto elevata)

Rientrano in questa classe:

- aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Appendice

Tabelle relative alle indagini di sottosuolo; i report delle indagini sono allegati in formato .pdf.

TABELLE INDAGINI PUNTUALI E LINEARI

I documenti delle indagini geognostiche presenti nella Tavola G.04 del vigente Piano Strutturale del Comune di Montale sono stati organizzati in due categorie:

- Indagini puntuali:

	Sondaggio a carotaggio continuo
	Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta in substrato
	Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
	Pozzo per acqua
	Prova sismica in foro tipo Downhole
	Trincea o pozzetto esplorativo
	Stazione microtremore a stazione singola
	Array sismico, ESAC/SPAC

- Indagini lineari:

	Profilo sismico a rifrazione
	MASW

All'interno della carta delle indagini sono stati inoltre riportate n. 10 stratigrafie fornite dal Genio Civile. Ad ognuno di questi pozzi è associata in carta un'etichetta costituita da una sequenza di n. 5 numeri (Esempio: 34943) a cui corrisponde il relativo documento contenente la stratigrafia. Per quanto riguarda tutte le altre indagini, che provengono dagli studi di Microzonazione Sismica, a ciascun punto è stato associato l' "Identificativo d'indagine" (IND PU per le indagini puntuali e IND LN per le indagini lineari) e il nome del documento di riferimento. Si tratta, in sintesi, delle codifiche ufficiali delle Linee Guida per gli studi di Microzonazione. Si riporta di seguito un esempio di lettura della tabella:

1. INDAGINI PUNTUALI

Tipo indagine	ID INDPU	Documento indagine
DH	047010P1DH1	DH2.pdf

Nell' "Identificativo d'indagine" ID INDPU la prima sequenza di numeri (rettangolo blu) è un codice relativo al Comune di Montale, mentre il valore **PXXX** (in questo caso P1, rettangolo rosso) rappresenta il codice con cui l'indagine è etichettata all'interno della Tavola G.04.

2. INDAGINI LINEARI

Tipo indagine	ID INDLN	Documento indagine
SR	047010L1SR1	profilo_P_S_Montale_15_2012.pdf

Nell' "Identificativo d'indagine" ID INDLN la prima sequenza di numeri (rettangolo blu) è un codice relativo al Comune di Montale, mentre il valore **LXXX** (in questo caso L1, rettangolo rosso) rappresenta il codice con cui l'indagine è etichettata all'interno della Tavola G.04.

INDAGINI PUNTUALI

Tipo indagine	ID INDP	Documento indagine
DH	047010P1DH1	DH2.pdf
DH	047010P2DH2	DH1.pdf
ESAC_SPAC	047010P3ESAC_SPAC3	ST_11_figure_ESAC.pdf
ESAC_SPAC	047010P4ESAC_SPAC4	ST_13_figure_ESAC.pdf
ESAC_SPAC	047010P5ESAC_SPAC5	ST_14_figure_ESAC.pdf
ESAC_SPAC	047010P6ESAC_SPAC6	ST_16_figure_ESAC.pdf
ESAC_SPAC	047010P7ESAC_SPAC7	ST_20_figure_ESAC.pdf
CPT	047010P8CPT8	MNT_CPT_45-05.pdf
CPT	047010P9CPT9	MNT_CPT_35-03(1di6).pdf
CPT	047010P10CPT10	MNT_CPT_35-03(6di6).pdf
CPT	047010P11CPT11	MNT_CPT_56-99.pdf
CPT	047010P12CPT12	MNT_CPT_8-95(3di7).pdf
CPT	047010P13CPT13	MNT_CPT_9-03(1di2).pdf
CPT	047010P14CPT14	MNT_CPT_9-03(2di2).pdf
CPT	047010P15CPT15	MNT_CPT_35-02(2di4).pdf
CPT	047010P16CPT16	MNT_CPT_35-02(4di4).pdf
CPT	047010P17CPT17	MNT_CPT_35-02(1di4).pdf
CPT	047010P18CPT18	MNT_CPT_35-02(3di4).pdf
CPT	047010P19CPT19	MNT_CPT_43-98.pdf
CPT	047010P20CPT20	MNT_CPT_26-02(3di3).pdf
CPT	047010P21CPT21	MNT_CPT_26-02(1di3).pdf
CPT	047010P22CPT22	MNT_CPT_26-02(2di3).pdf
CPT	047010P23CPT23	MNT_CPT_5-98.pdf
CPT	047010P24CPT24	MNT_CPT_49-96.pdf
CPT	047010P25CPT25	MNT_CPT_8-95(4di7).pdf
CPT	047010P26CPT26	MNT_CPT_8-95(6di7).pdf
CPT	047010P27CPT27	MNT_CPT_29-04.pdf
CPT	047010P28CPT28	MNT_CPT_36-04.pdf
CPT	047010P29CPT29	MNT_CPT_44-04.pdf
CPT	047010P30CPT30	MNT_CPT_47-04.pdf
CPT	047010P31CPT31	MNT_CPT_48-04.pdf
CPT	047010P32CPT32	MNT_CPT_6-05.pdf
CPT	047010P33CPT33	MNT_CPT_18-05(1di6).pdf
CPT	047010P34CPT34	MNT_CPT_18-05(2di6).pdf
CPT	047010P35CPT35	MNT_CPT_18-05(3di6).pdf
CPT	047010P36CPT36	MNT_CPT_18-05(4di6).pdf
CPT	047010P37CPT37	MNT_CPT_18-05(5di6).pdf
CPT	047010P38CPT38	MNT_CPT_18-05(6di6).pdf
CPT	047010P39CPT39	MNT_CPT_33-05.pdf
CPT	047010P40CPT40	MNT_CPT_18-11(1di2).pdf
CPT	047010P41CPT41	MNT_CPT_18-11(2di2).pdf
CPT	047010P42CPT42	MNT_CPT_69-2010.pdf
PA	047010P43PA43	MNT_STR_280.pdf
PA	047010P44PA44	MNT_STR_305.pdf
PA	047010P45PA45	MNT_STR_364.pdf
S	047010P46S46	MNT_STR_32-94(1di4).pdf
S	047010P47S47	MNT_STR_32-94(2di4).pdf

Tipo indagine	ID INDPU	Documento indagine
S	047010P48S48	MNT_STR_32-94(3di4).pdf
S	047010P49S49	MNT_STR_32-94(4di4).pdf
SS	047010P50SS50	MNT_STR_16-95.pdf
S	047010P51S51	MNT_STR_72-94.pdf
SS	047010P52SS52	MNT_STR_16-04(1di2).pdf
SS	047010P53SS53	MNT_STR_16-04(2di2).pdf
S	047010P54S54	MNT_STR_69-10.pdf
SS	047010P55SS55	MNT_STR_11-13.pdf
S	047010P56S56	MNT_STR_15-12.pdf
SS	047010P57SS57	MNT_STR_21-11.pdf
S	047010P58S58	MNT_STR_Cassa_Badia(2di2).pdf
S	047010P59S59	MNT_STR_Cassa_Badia(1di2).pdf
S	047010P60S60	MNT_STR_36-89(1di6).pdf
S	047010P61S61	MNT_STR_36-89(2di6).pdf
T	047010P62T62	MNT_STR_30-04(6di6).pdf
T	047010P63T63	MNT_STR_30-04(5di6).pdf
T	047010P64T64	MNT_STR_30-04(4di6).pdf
T	047010P65T65	MNT_STR_30-04(3di6).pdf
T	047010P66T66	MNT_STR_30-04(2di6).pdf
T	047010P67T67	MNT_STR_30-04(1di6).pdf
T	047010P68T68	MNT_STR_79-02(3di3).pdf
T	047010P69T69	MNT_STR_79-02(2di3).pdf
T	047010P70T70	MNT_STR_79-02(1di3).pdf
T	047010P71T71	MNT_STR_20-10(1di2).pdf
T	047010P72T72	MNT_STR_20-10(2di2).pdf
PA	047010P73PA73	MNT_STR_385.pdf
PA	047010P74PA74	MNT_STR_386.pdf
PA	047010P75PA75	MNT_STR_388.pdf
PA	047010P76PA76	MNT_STR_387.pdf
PA	047010P77PA77	MNT_STR_366.pdf
HVSR	047010P78HVSR78	MNT_HVSR_1.pdf
HVSR	047010P79HVSR79	MNT_HVSR_4.pdf
HVSR	047010P80HVSR80	MNT_HVSR_6.pdf
HVSR	047010P81HVSR81	MNT_HVSR_7.pdf
HVSR	047010P82HVSR82	MNT_HVSR_10.pdf
HVSR	047010P83HVSR83	MNT_HVSR_11.pdf
HVSR	047010P84HVSR84	MNT_HVSR_12.pdf
HVSR	047010P85HVSR85	MNT_HVSR_15.pdf
HVSR	047010P86HVSR86	MNT_HVSR_17.pdf
HVSR	047010P87HVSR87	MNT_HVSR_19.pdf
HVSR	047010P88HVSR88	MNT_HVSR_20.pdf
HVSR	047010P89HVSR89	MNT_HVSR_22.pdf
HVSR	047010P90HVSR90	MNT_HVSR_25.pdf
HVSR	047010P91HVSR91	MNT_HVSR_26.pdf
HVSR	047010P92HVSR92	MNT_HVSR_28.pdf
HVSR	047010P93HVSR93	MNT_HVSR_29.pdf
HVSR	047010P94HVSR94	MNT_HVSR_33.pdf
HVSR	047010P95HVSR95	MNT_HVSR_34.pdf
HVSR	047010P96HVSR96	MNT_HVSR_40.pdf

Tipo indagine	ID INDPV	Documento indagine
HVSR	047010P97HVSR97	MNT_HVSR_42.pdf
HVSR	047010P98HVSR98	MNT_HVSR_43.pdf
HVSR	047010P99HVSR99	MNT_HVSR_46.pdf
HVSR	047010P100HVSR100	MNT_HVSR_48.pdf
HVSR	047010P101HVSR101	MNT_HVSR_49.pdf
HVSR	047010P102HVSR102	MNT_HVSR_50.pdf
HVSR	047010P103HVSR103	MNT_HVSR_2.pdf
HVSR	047010P104HVSR104	MNT_HVSR_3.pdf
HVSR	047010P105HVSR105	MNT_HVSR_5_bis_A.pdf
HVSR	047010P106HVSR106	MNT_HVSR_8.pdf
HVSR	047010P107HVSR107	MNT_HVSR_9.pdf
HVSR	047010P108HVSR108	MNT_HVSR_13.pdf
HVSR	047010P109HVSR109	MNT_HVSR_14.pdf
HVSR	047010P110HVSR110	MNT_HVSR_16.pdf
HVSR	047010P111HVSR111	MNT_HVSR_18_bis.pdf
HVSR	047010P112HVSR112	MNT_HVSR_21.pdf
HVSR	047010P113HVSR113	MNT_HVSR_23.pdf
HVSR	047010P114HVSR114	MNT_HVSR_24.pdf
HVSR	047010P115HVSR115	MNT_HVSR_27_corretto.pdf
HVSR	047010P116HVSR116	MNT_HVSR_30.pdf
HVSR	047010P117HVSR117	MNT_HVSR_31.pdf
HVSR	047010P118HVSR118	MNT_HVSR_32.pdf
HVSR	047010P119HVSR119	MNT_HVSR_35.pdf
HVSR	047010P120HVSR120	MNT_HVSR_36.pdf
HVSR	047010P121HVSR121	MNT_HVSR_37.pdf
HVSR	047010P122HVSR122	MNT_HVSR_38.pdf
HVSR	047010P123HVSR123	MNT_HVSR_39.pdf
HVSR	047010P124HVSR124	MNT_HVSR_41.pdf
HVSR	047010P125HVSR125	MNT_HVSR_44.pdf
HVSR	047010P126HVSR126	MNT_HVSR_45_corretto.pdf
HVSR	047010P127HVSR127	MNT_HVSR_47_corretto.pdf
ESAC_SPAC	047010P128ESAC_SPAC128	ST_15_figure_ESAC.pdf
ESAC_SPAC	047010P129ESAC_SPAC129	ST_17_figure_ESAC.pdf
ESAC_SPAC	047010P130ESAC_SPAC130	ST_19_figure_ESAC.pdf
ESAC_SPAC	047010P131ESAC_SPAC131	ST_21_figure_ESAC.pdf
ESAC_SPAC	047010P132ESAC_SPAC132	ST_12_figure_ESAC.pdf
ESAC_SPAC	047010P133ESAC_SPAC133	ST_18_figure_ESAC.pdf
HVSR	047010P159HVSR159	HVSR_51_P159.pdf
HVSR	047010P160HVSR160	HVSR_52_P160.pdf
HVSR	047010P161HVSR161	HVSR_53_P161.pdf
HVSR	047010P162HVSR162	HVSR_54_P162.pdf
HVSR	047010P163HVSR163	HVSR_55_P163.pdf
HVSR	047010P164HVSR164	HVSR_56_P164.pdf
HVSR	047010P165HVSR165	HVSR_57_P165.pdf
HVSR	047010P166HVSR166	HVSR_58_P166.pdf
HVSR	047010P167HVSR167	HVSR_59_P167.pdf
HVSR	047010P168HVSR168	HVSR_60_P168.pdf
HVSR	047010P169HVSR169	HVSR_61_P169.pdf
HVSR	047010P170HVSR170	HVSR_62_P170.pdf

Tipo indagine	ID INDPU	Documento indagine
HVSR	047010P171HVSR171	HVSR_63_P171.pdf
HVSR	047010P172HVSR172	HVSR_64_P172.pdf
HVSR	047010P173HVSR173	HVSR_65_P173.pdf
HVSR	047010P174HVSR174	HVSR_66_P174.pdf
HVSR	047010P175HVSR175	HVSR_67_P175.pdf
HVSR	047010P176HVSR176	HVSR_68_P176.pdf
HVSR	047010P177HVSR177	HVSR_69_P177.pdf
HVSR	047010P178HVSR178	HVSR_70_P178.pdf
HVSR	047010P179HVSR179	HVSR_71_P179.pdf
HVSR	047010P180HVSR180	HVSR_72-P180.pdf
ESAC_SPAC	047010P181ESAC_SPAC181	ST24_figure_ESAC_Masw_P181.pdf
ESAC_SPAC	047010P182ESAC_SPAC182	ST25_figure_ESAC_Masw_P182.pdf
ESAC_SPAC	047010P183ESAC_SPAC183	ST26_figure_ESAC_Masw_P183.pdf
ESAC_SPAC	047010P184ESAC_SPAC184	ST28_figure_ESAC_Masw_P184.pdf

INDAGINI LINEARI

Tipo indagine	ID INDLN	Documento indagine
SR	047010L1SR1	profilo_P_S_Montale_15_2012.pdf
SR	047010L2SR2	profilo_P_S_Montale_2_2010.pdf
SR	047010L3SR3	profilo_P_S_Montale_21_2003.pdf
SR	047010L4SR4	profilo_P_S_Montale_36_2009.pdf
SR	047010L6SR6	profilo_P_S_Montale_93_2010.pdf
SR	047010L7SR7	profilo_P_S_Montale_LS1.pdf
SR	047010L8SR8	profilo_P_S_Montale_LS2.pdf
SR	047010L9SR9	profilo_P_S_Montale_LS3.pdf
SR	047010L10SR10	profilo_P_S_Montale_LS4.pdf
SR	047010L11SR11	profilo_P_S_Montale_ST1.pdf
SR	047010L12SR12	profilo_P_S_Montale_ST2.pdf
SR	047010L13SR13	profilo_P_S_Montale_ST3.pdf
SR	047010L14SR14	profilo_P_S_Montale_ST4.pdf
SR	047010L15SR15	profilo_P_S_Montale_ST5.pdf
SR	047010L16SR16	profilo_P_S_Montale_ST6.pdf
SR	047010L17SR17	profilo_P_S_Montale_ST7.pdf
SR	047010L18SR18	profilo_P_S_Montale_ST9.pdf
MASW	047010L19MASW19	ST_14_figure_MASW.pdf
MASW	047010L20MASW20	ST_16_figure_MASW.pdf
MASW	047010L21MASW21	ST_20_figure_MASW.pdf
MASW	047010L22MASW22	ST_18_figure_MASW.pdf
MASW	047010L23MASW23	ST_17_figure_MASW.pdf
MASW	047010L24MASW24	ST_19_figure_MASW.pdf
MASW	047010L25MASW25	ST_21_figure_MASW.pdf
SR	047010L26SR26	Profilo_P_S_Montale_ST8.pdf
SR	047010L27SR27	Profilo_P_S_Montale_ST10.pdf
SR	047010L28SR28	profilo_ST22_P_S_Montale_Via_Ugo_Fo scolo-Profilo P-SH_L28.pdf
SR	047010L29SR29	profilo_ST23_P_S_Montale_Via_Risorgi mento-Profilo P-SH_L29.pdf
MASW	047010L30MASW30	ST24_figure_ESAC_Masw_L30.pdf
MASW	047010L31MASW31	ST25_figure_ESAC_Masw_L31.pdf
MASW	047010L32MASW32	ST26_figure_ESAC_Masw_L32.pdf
MASW	047010L33MASW33	ST27_figure_Masw_L33.pdf
MASW	047010L34MASW34	ST28_figure_ESAC_Masw_L34.pdf
MASW	047010L35MASW35	ST29_figure_Masw_L35.pdf
MASW	047010L36MASW36	ST30_figure_Masw2D_L36.pdf