



ANGHIARI • CAPRESE M.L.O. • MONTERCHI • SANSEPOLCRO

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE

Legge Regionale 65/2014

Relazione Geologica di Fattibilità



Sommario

1 – SCOPO DELL'INCARICO E GRUPPO DI LAVORO.....	2
2 – RIFERIMENTO ALLA NORMATIVA.....	2
3 – ORGANIZZAZIONE GENERALE DELLO STUDIO	2
4 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE E RETICOLO IDROGRAFICO	4
5 – CARTA GEOLOGICA (TAV. G.01).....	8
5.1 – Inquadramento generale.....	8
5.2 – Geologia	9
6 – CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. G.02).....	12
7 – CARTA IDROGEOLOGICA CON INDICAZIONI DI VULNERABILITÀ (TAV. G.03)	19
7.1 – La permeabilità.....	19
7.2 – La soggiacenza della falda.....	20
7.3 – Vulnerabilità degli acquiferi	21
7.4 – Punti di captazione ad uso acquedottistico	23
8 – MICROZONAZIONE SISMICA	24
8.1 – Carta delle indagini (TAV. G.04).....	25
8.2 – Carta geologico-tecnica (TAV. G.05)	25
8.3 – Sezioni geologico tecniche (TAV. G.06).....	27
8.4 – Carta delle frequenze (TAV. G.07)	27
8.5 – Carta delle MOPS (TAV. G.08)	28
8.6 – Carta di Microzonazione sismica (TAVV. 9.1; 9.2; 9.3).....	30
8.6.1 – <i>Criteri e metodi</i>	30
8.6.2 – <i>Assegnazione dei valori del fattore di amplificazione (FA)</i>	31
9 – CARTE DELLA PERICOLOSITÀ	33
9.1 – Carta della Pericolosità Geologica (TAV. G.10).....	33
9.2 – Carta della Pericolosità Sismica Locale (TAV. G.11)	34

1 – SCOPO DELL'INCARICO E GRUPPO DI LAVORO

La presente relazione riporta i dati geologici necessari per l'adozione del Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Caprese Michelangelo, Anghiari, Sansepolcro e Monterchi, con particolare riferimento agli elaborati geologici e sismici.

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

Pur nell'unitarietà dell'intero lavoro, il Dott. Mannori ha curato gli aggiornamenti dei rilievi geologici e geomorfologici mentre la Dott.ssa Mucci e la Dott.ssa Nencini hanno curato la raccolta dati e l'informatizzazione degli elaborati.

Un importante contributo è stato fornito dai tecnici dell'Unione che ci hanno supportato in ogni fase del lavoro con la conoscenza puntuale e la memoria storica del territorio.

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.

3 – ORGANIZZAZIONE GENERALE DELLO STUDIO

Il lavoro è consistito nell'elaborazione delle cartografie del quadro conoscitivo ai sensi del 5/R/2020, dei Comuni di Anghiari, Caprese Michelangelo, Monterchi e Sansepolcro. A tale scopo, sono stati acquisiti ed elaborati dati appartenenti al Continuum geologico della Regione Toscana (banca dati geologica e geomorfologica) unitamente a quelli messi a disposizione dagli Uffici Tecnici dei Comuni (strumenti urbanistici vigenti) e della Regione Toscana (studi di Microzonazione Sismica). L'assenza di una copertura LiDAR ha condizionato le procedure esecutive, in particolar modo degli elaborati geomorfologici, per i quali si è fatto riferimento a:

- dati interferometrici radar da satellite (SAR – Sentinel 1) relativi al periodo dicembre 2014 – aprile 2021;
- dati DTM 10×10 della Regione Toscana;
- immagini ortofoto relative al periodo 1954 – 2016 (fonte: Geoscopio – Regione Toscana);
- fotointerpretazione di foto aeree in stereoscopia – Volo Eira 1975 (per il solo Comune di Caprese Michelangelo).

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.

Particolare attenzione è stata inoltre posta nel rendere coerenti le carte geologiche e geomorfologiche con gli studi più recenti di Microzonazione Sismica. In particolare:

- per il Comune di Anghiari sono presenti studi di MS di II livello approvati nel luglio 2019 (Dott. Geol. Paolo Silvestrelli e Dott. Geol. Lorenzo Sedda);
- per il Comune di Caprese Michelangelo sono stati condotti degli studi di Microzonazione Sismica di II livello dagli scriventi a supporto del presente studio;
- per i Comuni di Monterchi e Sansepolcro sono presenti studi di MS di III livello approvati nel dicembre 2021 (Dott. Geol. Paolo Silvestrelli, Dott. Geol. Lorenzo Sedda, Dott. Geol. Riccardo Ancillotti).

Per quanto riguarda i comuni di Anghiari, Monterchi e Sansepolcro, riconosciuta l'affidabilità dei recenti studi di Microzonazione Sismica, non è stato ritenuto necessario aggiornare le carte geologico-tecniche e le carte delle indagini, che sono state considerate valide per gli obiettivi del presente Piano.

Nuove cartografie sono state invece realizzate per il Comune di Caprese Michelangelo che risultava sprovvisto di studi di Microzonazione Sismica di II Livello. Preme far presente a questo proposito, che anche gli studi di MS1 risultavano datati, essendo tra i primi eseguiti in Toscana, e quindi secondo Indirizzi e Criteri (standard nazionali) ormai superati.

In sintesi, nel corso del presente studio sono stati prodotti i seguenti elaborati cartografici:

- Tav. G.01 – Carta geologica – Scala 1:10.000 (8 tavole);
- Tav. G.02 – Carta geomorfologica – Scala 1:10.000 (8 tavole);
- Tav. G.03 – Carta idrogeologica con indicazioni di vulnerabilità – Scala 1:10.000 (8 tavole);
- Tav. G.04 – Carta delle indagini – Scala 1:5.000 (7 tavole, limitata alle aree interessate dagli studi MS);
- Tav. G.05 – Carta geologico-tecnica – Scala 1:5.000 (7 tavole, limitate alle aree interessate dagli studi MS);
- Tav. G.06 – Sezioni geologico-tecniche – (4 tavole, limitate alle aree interessate dagli studi MS);
- Tav. G.07 – Carta delle frequenze – Scala 1:5.000 (7 tavola, limitate alle aree interessate dagli studi MS);
- Tav. G.08 – Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) – Scala 1:5.000 (7 tavola, limitate alle aree interessate dagli studi MS);
- Tav. G.09 – Carte di Microzonazione Sismica – Scala 1:5.000 (limitate alle aree interessate dagli studi MS):
 - Carta FA 0.1 – 0.5 s (7 tavole);
 - Carta FA 0.5 – 1.0 s (2 tavole, Comune di Anghiari);
 - Carta FA 0.4 – 0.8 s (1 tavola, Comune di Caprese Michelangelo);

- Carta FA 0.7 – 1.1 s (1 tavola, Comune di Caprese Michelangelo);
- Tav. G.10 – Carta della Pericolosità Geologica – Scala 1:10.000 (8 tavole);
- Tav. G.11 – Carta della Pericolosità Sismica Locale – Scala 1:5.000 (4 tavole, limitata alle aree interessate dagli studi MS).

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 e restituiti utilizzando la cartografia più aggiornata della Regione Toscana.

4 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE E RETICOLO IDROGRAFICO

L'area oggetto di studio comprende i territori comunali di Anghiari, Caprese Michelangelo, Monterchi e Sansepolcro, facenti parte dell'Unione Montana dei Comuni della Valtiberina (Figura 1).

La quasi totalità del territorio è compresa all'interno del bacino idrografico del Fiume Tevere ed è quindi di pertinenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale; solo una ridotta porzione del Comune di Anghiari rientra nel bacino del Fiume Arno, di pertinenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

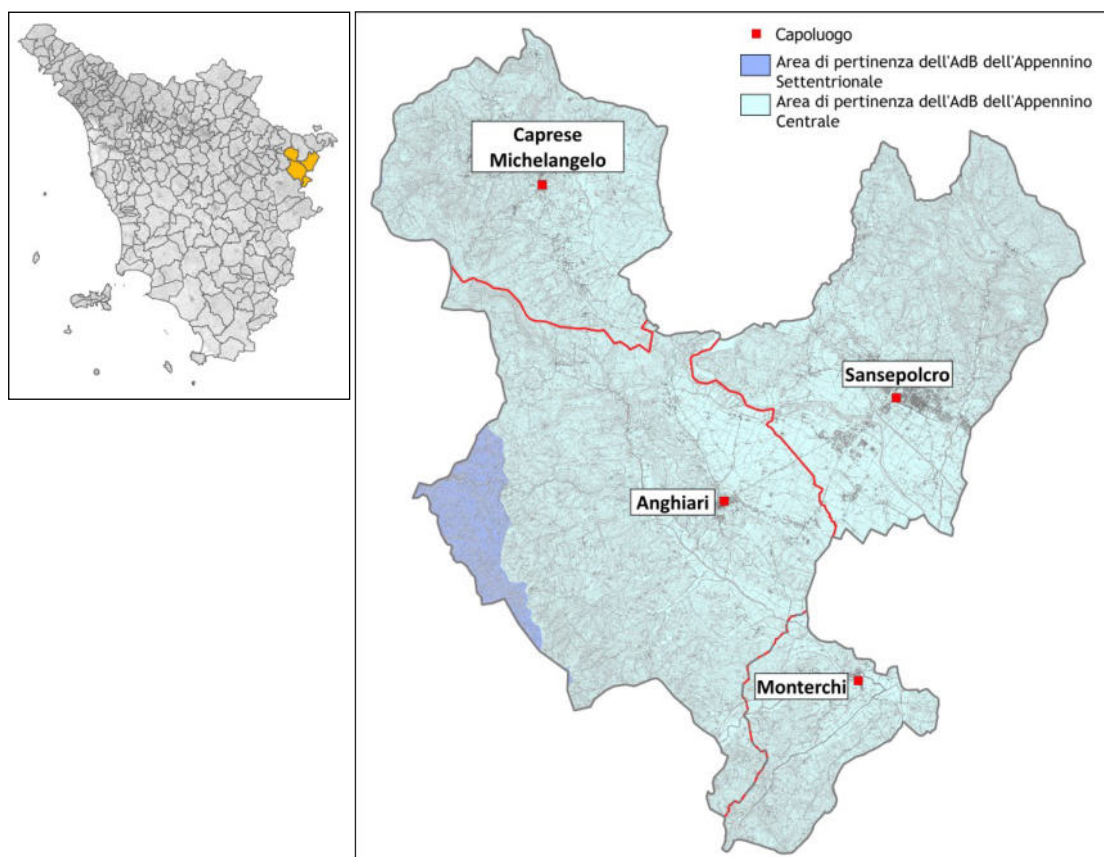
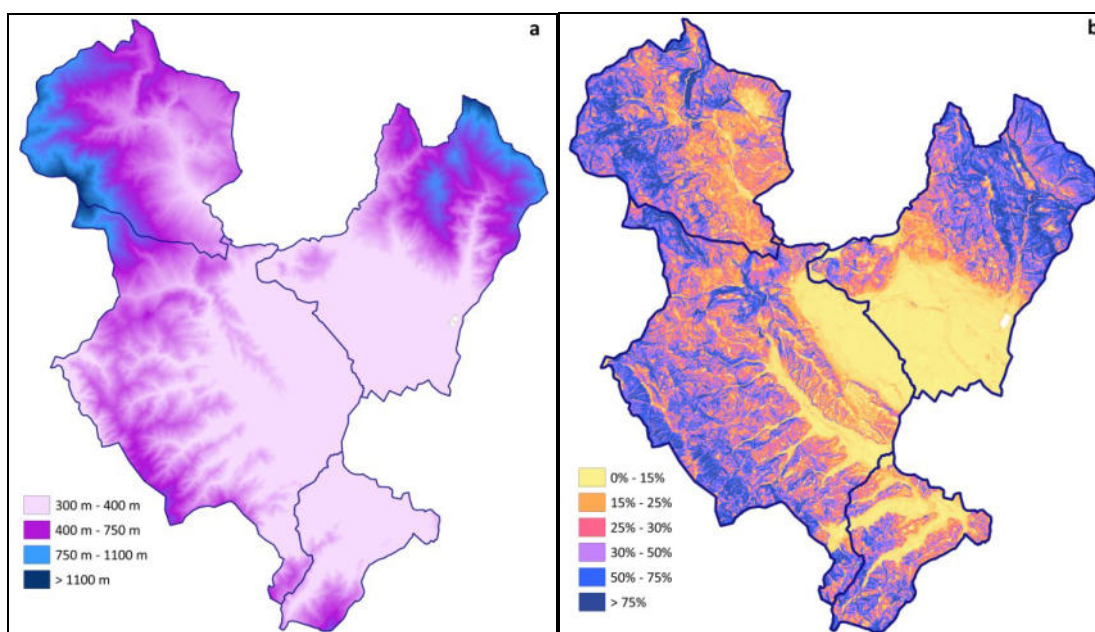


Figura 1

Territorio oggetto di studio

In termini morfologici si tratta di uno dei classici bacini intermontani della porzione tirrenica dell'Appennino centro settentrionale, con fasce collinari/montuose molto estese e pianure orientate nord ovest – sud est: i rilievi collinari e montuosi occupano più del 50% del territorio studiato e presentano quote comprese fra 400 e 1400 m s.l.m. (Figura 2a). Un'ampia area di pianura, attraversata dal Fiume Tevere, si estende fra la parte meridionale del territorio comunale di Sansepolcro e la parte orientale del Comune di Anghiari. I versanti presentano acclività anche molto elevate, superiori al 50% (Figura 2b), e danno origine ad un paesaggio tipicamente montuoso ed interamente boscato.



*Figure 2a e 2b
Altimetria e acclività*

Il ricettore principale del reticolo idrografico è costituito dal F. Tevere; nell'ambito collinare e montuoso il reticolo presenta un andamento dendritico con grado medio di densità, come è caratteristico delle aree appenniniche con affioramenti di flysch silicoclastici (Figura 3). Il Fiume Tevere scorre in direzione NO-SE ed attraversa la pianura alluvionale di Sansepolcro. Gli altri Comuni sono attraversati dagli affluenti principali del Tevere come il Torrente Singerna a Caprese Michelangelo, il Torrente Sovara ad Anghiari ed i Torrenti Padonchia e Cerfone a Monterchi. La pianura di Anghiari-Sansepolcro è stata oggetto di bonifiche idrauliche fin dai tempi remoti, come testimoniato dai numerosi canali artificiali da cui è solcata.

Dall'analisi dell'andamento del reticolo idrografico sono emerse alcune anomalie di cui si dà un breve cenno di seguito:

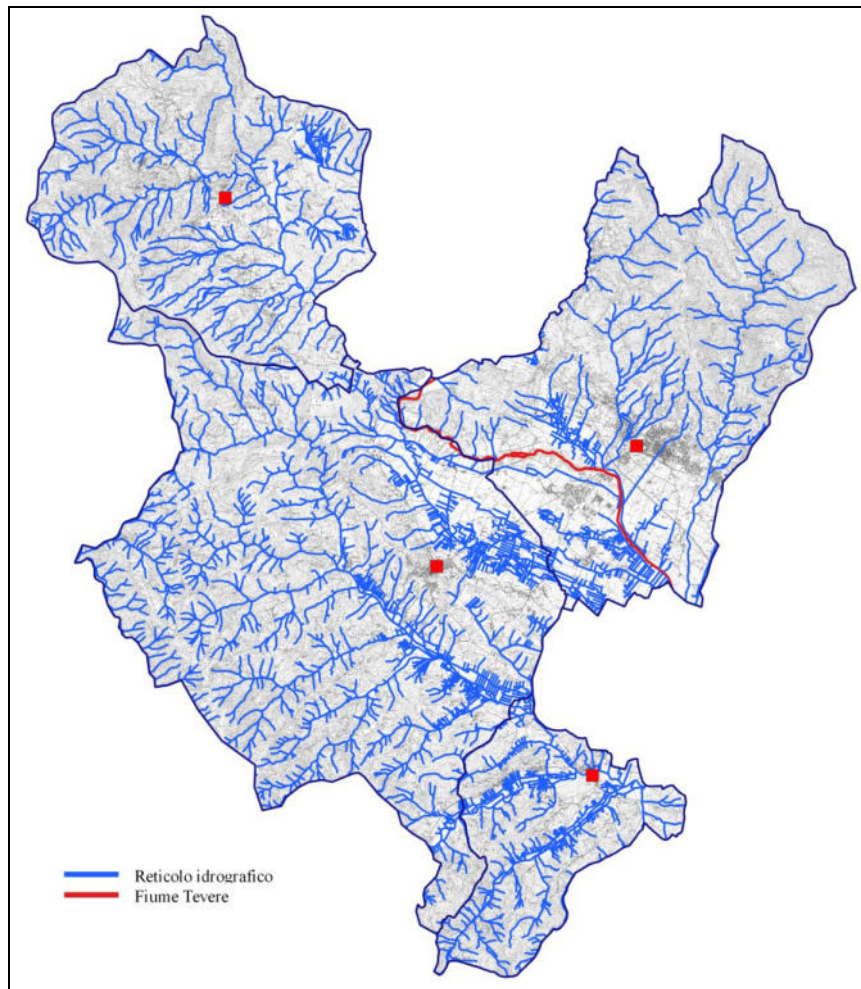
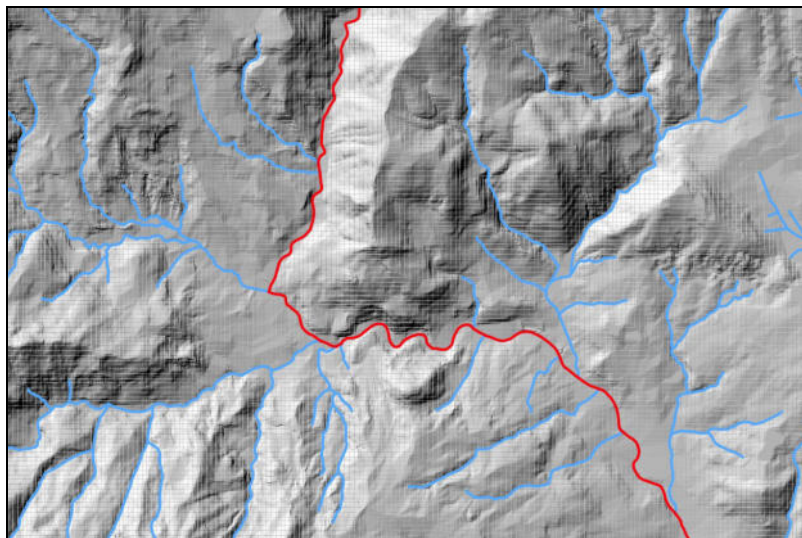


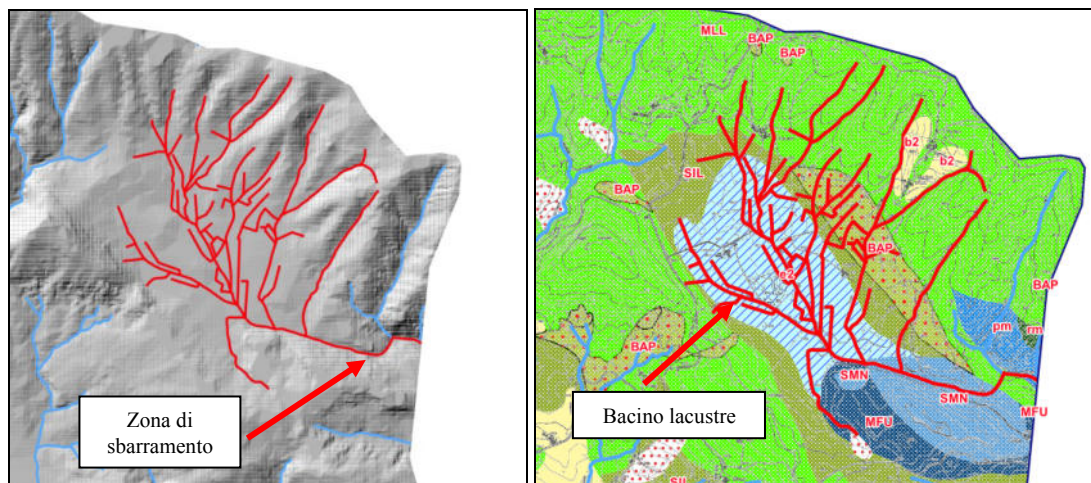
Figura 3
Il reticolo idrografico

- possibile cattura fluviale del Torrente Sigerna in prossimità del capoluogo di Caprese Michelangelo, dove devia il proprio percorso con un'ansa di quasi 90°;



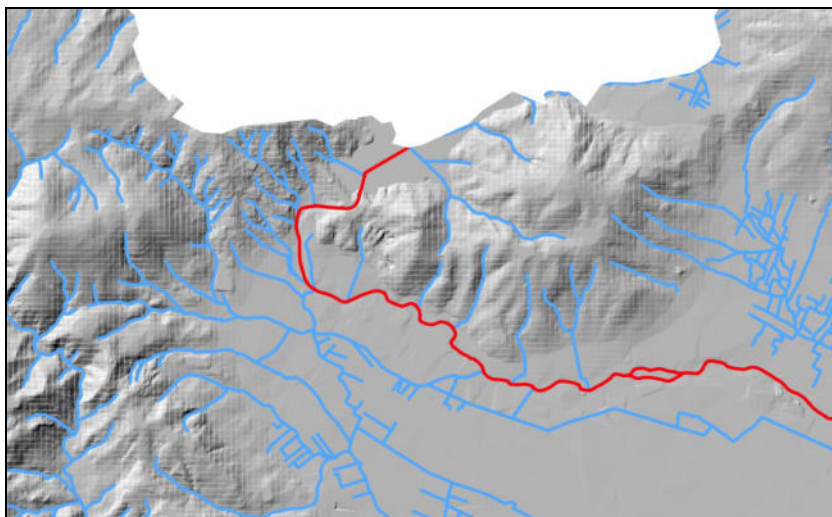
Torrente Sigerna – Caprese Michelangelo

- nella Piana di San Casciano si osserva un'anomalia del Fosso del Lotro: tra le ipotesi la più plausibile è quella di una sorta di sbarramento causato dalla presenza di affioramenti di Formazioni Epiliguri; la formazione di una piccola pianura con depositi lacustri potrebbe essere l'effetto dello sbarramento e delle conseguenti difficoltà di deflusso;



Fosso del Lotro – Piana di San Casciano

- deviazione anomala del Fiume Tevere in corrispondenza della diga di Montedoglio: anche in questo caso è probabile un fenomeno di cattura;



*Fiume Tevere – Confine fra il Comune di Sansepolcro
e il Comune di Anghiari*

5 – CARTA GEOLOGICA (TAV. G.01)

5.1 – Inquadramento generale

Dal punto di vista geologico, l'area di studio presenta la classica sovrapposizione tra le unità Liguri e quelle Toscane, le quali sovrascorrono a loro volta sulle unità del Dominio Umbro-Marchigiano; i contatti tra le unità sono naturalmente di natura tettonica.

Nella porzione occidentale dell'area di studio affiorano prevalentemente le unità del Dominio Toscano, mentre nella porzione orientale (parte del Comune di Sansepolcro) affiorano le Unità Umbro-Marchigiane. Nella fascia centrale si hanno, da nord verso sud, le Unità Liguri ed i depositi continentali Villafranchiani, che affiorano lungo le colline di Anghiari-Citerna (Figura 4).

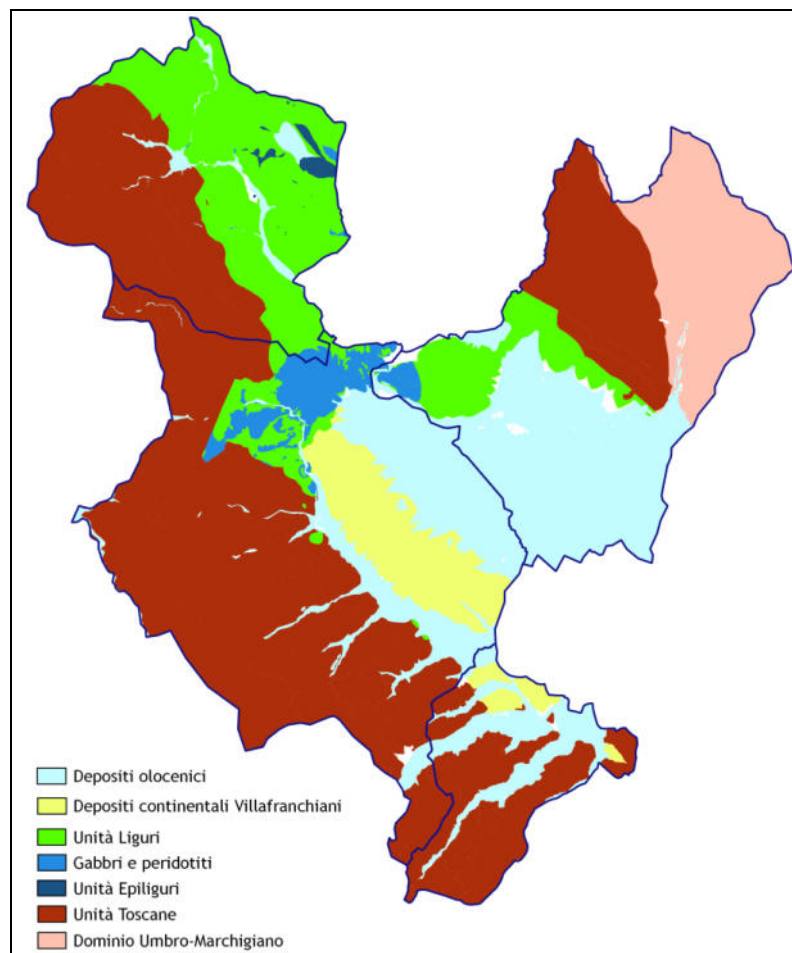
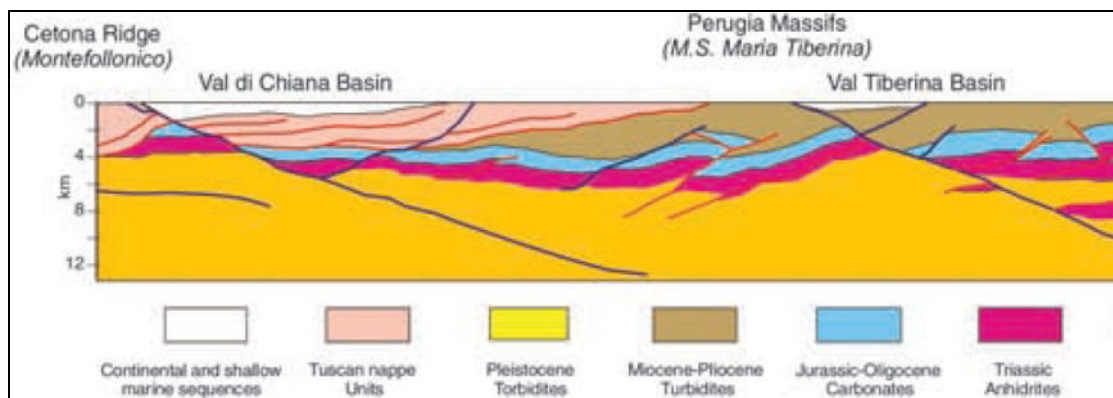


Figura 4
Distribuzione delle principali Unità geologiche
nel territorio dell'Unione

La pianura di Sansepolcro – Anghiari è costituita prevalentemente da depositi alluvionali recenti; in termini granulometrici si tratta di sabbie, ghiaie e limi che da fonti bibliografiche (Brozzetti et al., 2009¹) raggiungono spessori di circa 800 m. Dati derivanti dalla sismica a riflessione del profilo CROP3, ipotizzano invece spessori ancora maggiori, che possono raggiungere anche i 1200 metri.



*Estratto dell'interpretazione della linea sismica a riflessione CROP3
(da Barchi et al., 1998a², modificato)*

5.2 – Geologia

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

DOMINIO LIGURE

Formazione di Monte Morello (MLL)

Flysh carbonatici, calcari marnosi e marne (Paleocene superiore-Eocene medio).

Litofacies di C. Nuova: Torbiditi calcareo-marnose e arenacee (MLLa).

Formazione di Sillano (SIL)

Argilliti grigio-brune prevalenti con intercalati livelli di calcilutiti ed arenarie fini a cemento carbonatico; presenza di olistostromi ofiolitici (SILo) (Cretacico superiore-Paleocene).

Brecce di Monte Zenone (BROe)

Brecce ofiolitiche monogeniche e poligeniche (Giurassico superiore).

¹ Brozzetti, Boncio, Lavecchia, Pace, 2009. *Present activity and seismogenetic potential of a low-angle normal fault system (Città di Castello, Italy): constraints from surface geology, seismic reflection data and seismicity*, Tectonophysics, 463 (2009) 31 - 46.

² Barchi M., Minelli G. & Pialli G., 1998a, The CROP 03 Profile: a synthesis of results on deep structures of the N northern Apennines, Mem. Soc. Geol. It., **52**: 383 – 400.

Peridotiti, serpentiniti (pm)

Rocce derivanti dalla serpentizzazione, in ambiente oceanico, di harzburgiti, lherzoliti e duniti. Costituiscono l'unità più bassa del Dominio Ligure (Giurassico).

Gabbri (rm)

Rocce magmatiche intrusive costituite principalmente da plagioclasio e da pirosseni (Giurassico).

DOMINIO TOSCANO

Marne varicolori di Villore (MVV)

Marne e marne argillose con intercalazioni di arenarie fini (Rupeliano-Aquitano).

Arenarie di Monte Falterona (Aquitano – Burdigaliano)

Membro di Montefalco (FAL1): arenarie grigie in strati molto spessi ed in banchi amalgamati talora a base microconglomeratica.

Membro di Camaldoli (FAL2): Arenarie grigio chiare e grigio verdastre in strati dello spessore da 0.5 a 2 metri e frazione pelitica subordinata ($2 < A/P < 10$).

Membro di Montalto (FAL3): Arenarie, marne e siltiti con $1/4 < A/P < 2$, ma mediamente vicino all'unità.

Litofacies argillitica (FAL3a): localmente la frazione pelitica risulta maggiore, fino a risultare cartografabile come facies differente.

Membro di Lonnano (FAL4): è costituito da siltiti, argilliti e marne prevalenti, con presenza di sottili livelli di arenarie fini il cui spessore non supera mai i 20 cm; $A/P < 1/4$.

Membro di Fosso delle Valli (FAL5): si tratta di siltiti, marne e marne argillose, rare arenite a granulometria fine e finissima in strati con spessori che diminuiscono verso l'alto. Rapporto $A/P < 1/6$. Le marne si presentano in strati spessi fino a 2 metri.

Marne di Vicchio (Burdigaliano – Serravalliano)

Litofacies marnosa (VIC1): marne e marne siltose.

Litofacies marnoso-calcareo (VIC2): calcari marnosi e con rare liste di selce nera, marne siltose, calcisiltiti e calcareniti medie e sottili a granulometria fine.

Membro di Montesilvestre (VIC4): marne e siltiti grigio chiare alternate a livelli centimetrici di arenarie silicoclastiche.

DOMINIO UMBRO-MARCHIGIANO

Bisciario (BIS)

Marne, marne argillose alternate ad arenarie e calcareniti (Aquitano-Burdigaliano).

Schlier (SCH)

Alternanze di marne e marne argillose, subordinatamente marne calcaree e calcari marnosi (Burdigaliano-Tortoniano).

Formazione Marnoso-Arenacea Umbra (Burdigaliano-Langhiano)

Membro di Casa Spertaglia (MUM1): torbiditi marnose di spessore compreso da pochi decimetri ad alcuni metri, alternate a torbiditi arenaceo pelitiche di colore nocciola in strati di spessore compreso tra 10 e 80 cm; il rapporto A/P è generalmente < 1 , talora molto inferiore.

Membro di Monte Casale (MUM2): torbiditi arenaceo-pelitiche silicoclastiche con strati arenacei molto spessi, frequentemente amalgamati.

Membro di Vesina (MUM3): torbiditi pelitico-arenacee silicoclastiche in strati spessi nella parte basale e medi verso l'alto. Il rapporto A/P passa da valori non superiori a 1/2 alla base, fino a raggiungere 1/10 nella porzione sommitale.

SUCCESSIONE EPILOGURE

Breccie poligeniche del Sasso di Simone (BAP)

Breccie matrice sostenute: la matrice deriva dall'alterazione di argilliti di colore dal grigio al bruno; clasti di argilliti policrome, calcilutiti ed arenarie provenienti dalle Formazioni di Sillano e Monte Morello.

Formazione di San Marino (SMN)

Si tratta di calcari organogeni grigi e calcareniti bianco-grigiastre ricche in bioclasti. I calcari organogeni sono formati da frammenti o resti integri di briozoi, alghe calcaree, rodoliti, echinidi, molluschi (in particolare ostreidi e pectinidi) e macroforaminiferi (Burdigaliano superiore).

Formazione di M. Fumaiolo (MFU)

Alternanza di arenarie grossolane amalgamate in strati generalmente plurimetrici e sottili interstrati di marne sabbiose. (Langhiano-Serravalliano).

DEPOSITI PLEISTOCENICI-OLOCENICI

Terreni di riporto (h): terreno rimaneggiato con presenza di materiali derivanti da attività antropica.

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

Detrito di versante (aa): materiali eterogenei di varia pezzatura derivanti dall'alterazione della roccia del substrato depositati con processi principalmente legati alla gravità.

Detrito eluvio-colluviale (b2): coperture di materiali a granulometria media (limi e sabbie) dovuti al processo di alterazione in situ e/o trasporto da parte delle acque di ruscellamento.

Depositi alluvionali attuali e recenti (b): ghiaie, sabbie e limi depositatesi a carico dei corsi d'acqua in occasione di fenomeni alluvionali.

Depositi alluvionali e fluviali antichi (bn): si tratta di depositi sostanzialmente indistinguibili dai depositi alluvionali recenti, messi in posto in periodi in cui il livello di base era a quote maggiori rispetto all'attuale.

Depositi lacustri (e2): si tratta di depositi costituiti da limi, argille e torbe; sono stati segnalati in un'unica area, presso San Casciano, nel territorio comunale di Caprese Michelangelo. Il deposito è isolato rispetto agli estesi affioramenti Villafranchiani di Anghiari e non ci sono elementi per valutare l'età della sua messa in posto; sulla base di

considerazioni di carattere generale è stata ipotizzata un'età tardo pleistocenica.

Depositi continentali Villafranchiani

Conglomerati e ciottolami poligenici (VILa): si tratta di depositi costituiti da ciottoli poligenici immersi in matrice sabbiosa con vario grado di cementazione. Le dimensioni e la composizione della frazione clastica varia anche a piccola distanza in base alle differenti aree di alimentazione.

Limi argilloso-sabbiosi ed argille sabbiose (VILh): sono costituiti da limi e sabbie fini in strati da medi a spessi, di colore dal rosso al bruno; presenza di livelli argillosi e, più raramente, di ghiaietto.

6 – CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. G.02)

Per quanto riguarda lo stato delle conoscenze, il livello dei quattro comuni risultava piuttosto disomogeneo: Caprese Michelangelo presentava infatti studi non aggiornati e redatti con terminologie superate da tempo; Sansepolcro era dotato di cartografie non recenti ma di buona qualità, mentre Anghiari e Monterchi presentavano studi piuttosto recenti e quasi perfettamente aderenti al quadro normativo attuale.

In sintesi, nel corso del presente studio si è trattato di redigere un nuovo studio per il territorio di Caprese Michelangelo ed una revisione per gli altri tre Comuni.

In dettaglio, per quanto riguarda Caprese Michelangelo, l'assenza della copertura LiDAR ha condizionato fortemente la procedura generalmente utilizzata per l'elaborazione degli studi geomorfologici; il primo passo è stato pertanto quello di analizzare i dati del database della Regione Toscana e successivamente è stata condotta la fotointerpretazione in stereoscopia delle immagini relative al volo Eira 1975.

I risultati sono stati confrontati con la serie delle ortofoto storiche reperibili su Geoscopio (<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/ortofoto.html>) e con il DTM regionale con passo 10×10. Un'ultima verifica dei dati raccolti è stata condotta mediante l'analisi dei Permanent Scatterers (https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/openlayers/326).

I successivi sopralluoghi in campagna hanno consentito una valutazione reale delle criticità individuate da remoto.

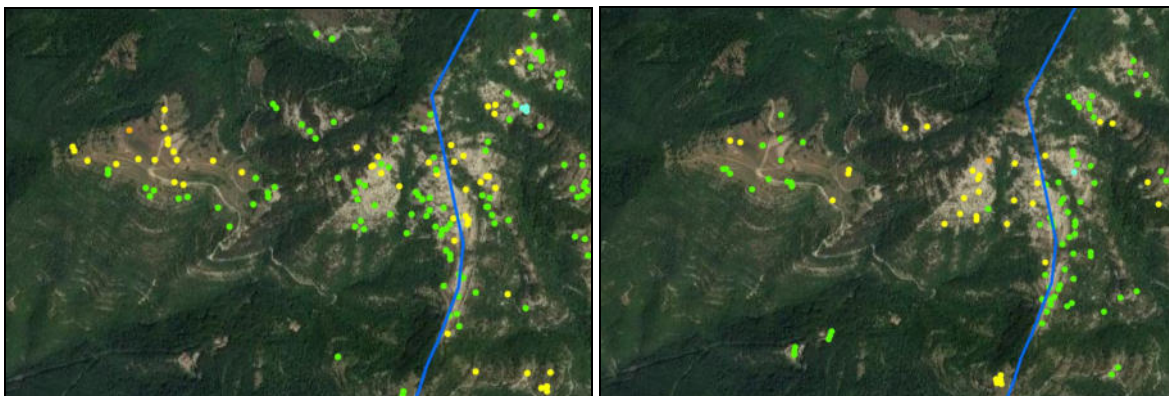
Per i restanti Comuni, la carta di base è stata quella derivante dagli strumenti urbanistici vigenti, aggiornata e integrata con i più recenti studi di Microzonazione Sismica ad oggi disponibili. Anche in questo caso è stata condotta un'analisi del DTM 10×10 e dei Permanent Scatterers; i sopralluoghi sono stati limitati prevalentemente alle aree di interferenza delle zone in dissesto con il tessuto urbanizzato.

Nelle immagini che seguono sono riportati i PS lungo le rotte ascendenti e discendenti, classificati in base alla velocità di spostamento sull'asse verticale.



Permanent Scatterers – Ascending (a) e Descending (b)

Come si vede la stragrande maggioranza dei PS indicano movimenti del tutto trascurabili; limitate eccezioni riguardano zone con rocce esposte, che presentano anomalie per effetto dell'erosione superficiale, oppure aree in pianura oggetto di recenti interventi edilizi o di movimenti terra.

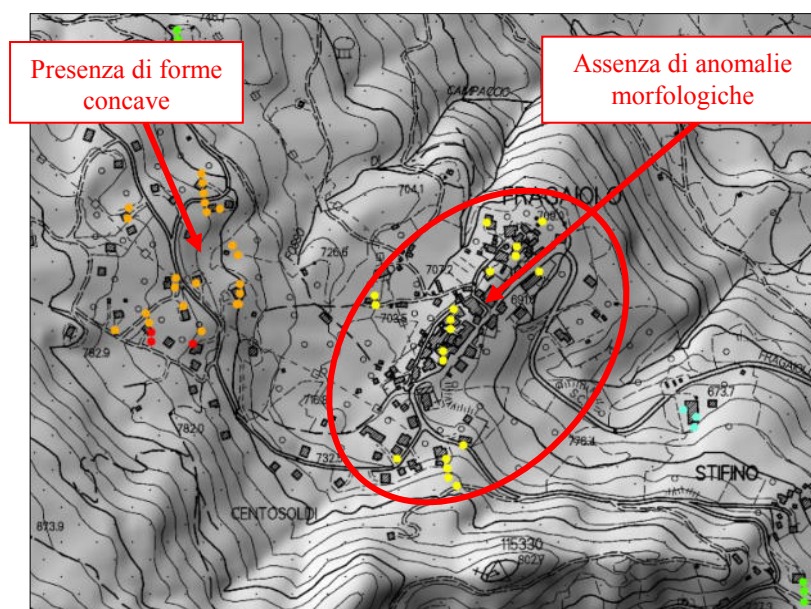


Distribuzione dei PS - Ascending (a sinistra) e Descending (a destra) - in un'area di affioramento della Formazione della Marnosa Arenacea (San Sepolcro)

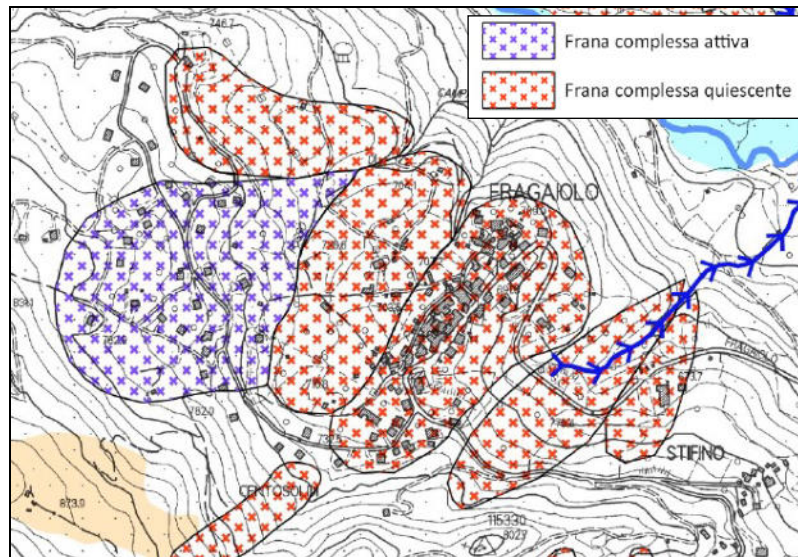


Distribuzione dei PS - Ascending (a sinistra) e Descending (a destra)- in un'area oggetto di interventi edilizi/movimenti di terra (San Sepolcro)

Limitatamente a pochi casi, PS con spostamenti anomali ricadono in aree morfologicamente compatibili con fenomeni franosi; in queste zone, anche quando dai rilievi di campagna non erano emersi indizi di dissesto, le frane sono state considerate attive. In un solo caso invece, ed in particolare in corrispondenza dell'abitato di Fragaiolo, nel Comune di Caprese Michelangelo, i PS segnalano un'anomalia coerente in *ascending* (colori giallo e arancione) ed in *descending* (verdi e azzurri) ma non sono state rilevate né evidenze morfologiche né tantomeno indizi di dissesti sugli edifici. In questo caso si è scelto di cartografare un fenomeno quiescente demandando ad una specifica norma di fattibilità nel Piano Operativo.

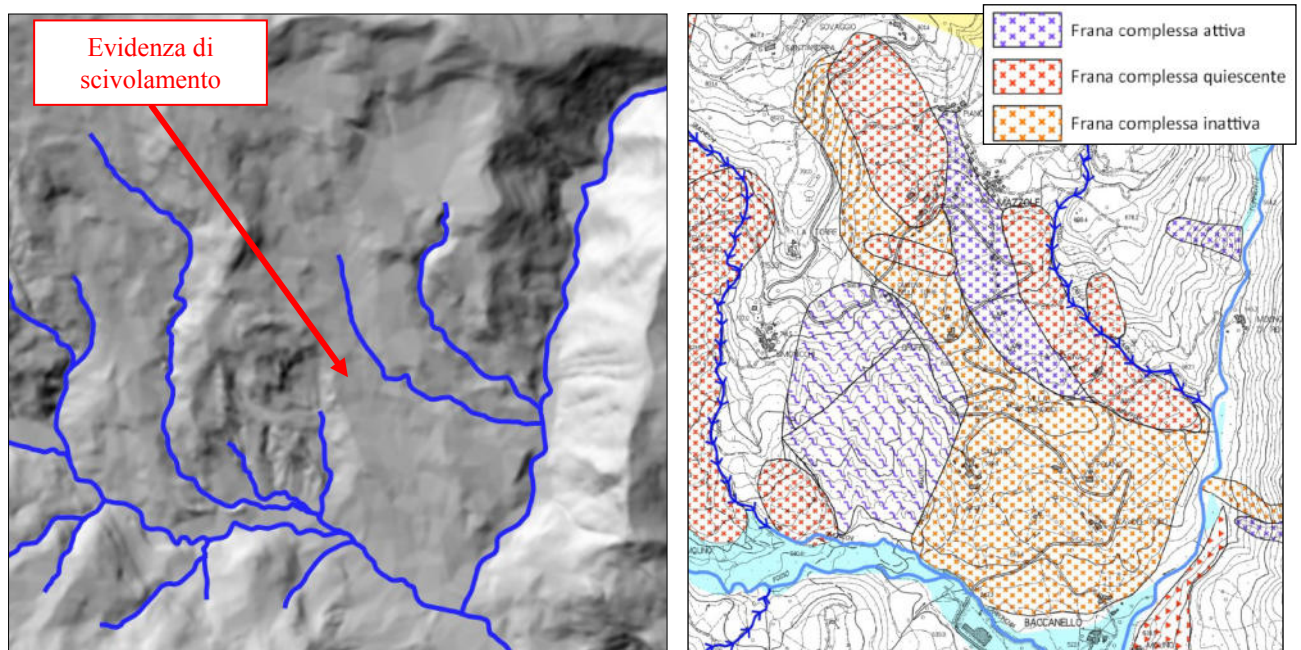


PS Ascending: nell'area evidenziata l'orientamento del versante è favorevole all'analisi mediante tecnica SAR tuttavia non si rilevano forme riferibili a movimenti franosi. L'area posta immediatamente ad ovest dell'abitato presenta invece una morfologia compatibile con criticità morfologiche (corrispondente all'area con PS di colore arancio-rosso). I dati descending, non riportati nell'immagine, sono coerenti con gli ascending.



Estratto della Carta geomorfologica di Caprese Michelangelo – Località Fragaiolo

Nonostante l'assenza del LiDAR, alcuni fenomeni franosi di particolare estensione sono risultati ben visibili anche attraverso il DTM 10×10 della Regione Toscana; è questo il caso della grande frana di Casa Mazzole, nel Comune di Caprese Michelangelo.

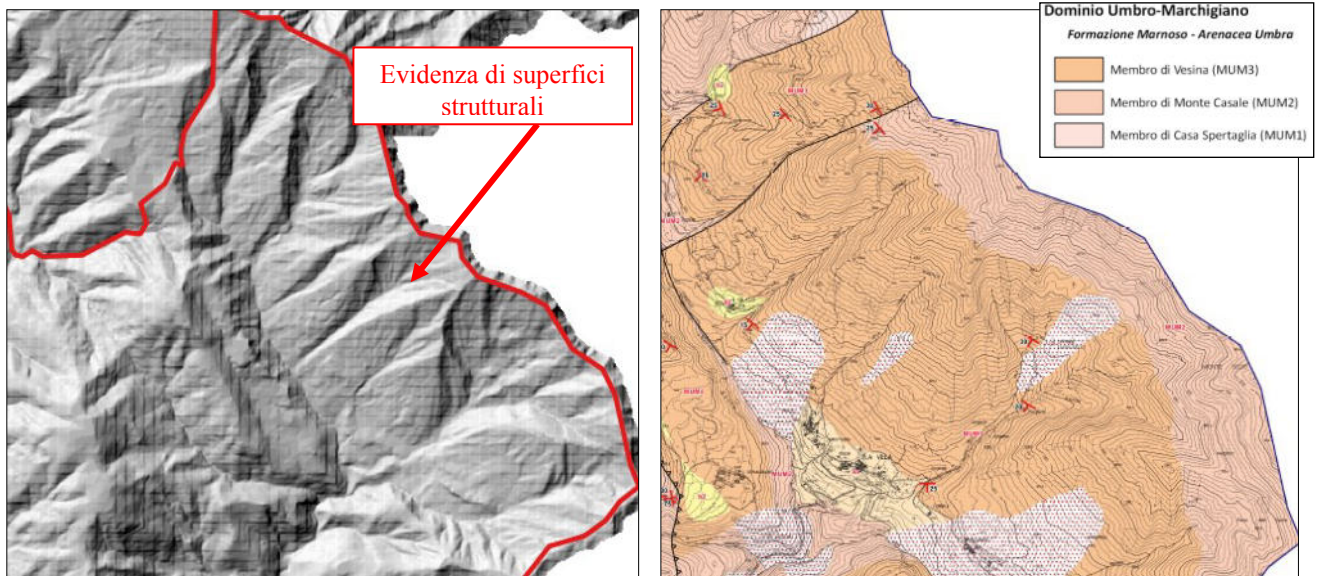


L'estesa frana di Case Mazzole ben visibile anche dal DTM 10×10



Frana di Case Mazzole vista da ovest - Comune di Caprese Michelangelo

Un'altra forma ben riconoscibile dal DTM 10×10 è la monoclinale SW vergente di La Villa, nella parte nord-occidentale del Comune di Sansepolcro. L'assetto della stratificazione della Marnoso Arenacea evidenzia una serie di superfici planari e di valli asimmetriche molto caratteristiche.



Classiche forme indotte da superfici strutturali. La stratificazione (Formazione della Marnoso Arenacea) ha condizionato in modo evidente l'assetto morfologico. Zona di La Villa (Comune di Sansepolcro)

Di seguito vengono elencati i caratteri geomorfologici cartografati nella Tavola G.02.

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 materiale eterogeneo a diversa granulometria 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.
- Frana di crollo (quiescente): frane dovute al distacco ed alla caduta di materiale lungo un pendio. Sono presenti su pendii in roccia.
- Frana di scorrimento (attiva, quiescente): frana con movimento del materiale lungo una superficie di rottura subplanare.
- Area a franosità diffusa (attiva, quiescente): sono aree interessate da deformazioni superficiali con stato di attività attivo o quiescente in funzione della morfologia dei luoghi e dal grado di pendenza.
- Soliflusso: movimento di massa lento associato prevalentemente a coltri detritiche o a terreni di natura coesiva.
- Depositi di versante: si tratta di depositi generalmente a grana grossolana in cui i meccanismi prevalenti di messa in posto sono legati alla gravità.

Come nota metodologica preme far presente che in fase di delimitazione dei fenomeni franosi, all'interno delle aree in frana è stata cartografata anche la superficie compresa tra la corona di distacco e l'accumulo; in termini generali quindi la corona corrisponde con il limite sommitale delle aree riportate in carta.

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

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

- Aree soggette a dilavamento diffuso: sono aree di deformazione legata essenzialmente all'azione dell'acqua di scorrimento superficiale. Si trovano in zone con roccia affiorante, dove la copertura vegetale è scarsa o assente.
- 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.
- Deposito alluvionale: depositi alluvionali di media e bassa pianura in prevalenza costituiti da argille e limi.
- Deposito lacustre: si tratta dei depositi villafranchiani dell'area di Anghiari; come detto sono stati cartografati sotto questa voce anche i depositi della pianura di San Casciano, nel Comune di Caprese Michelangelo, ragionevolmente riferibili ad un

tardo pleistocene.

- Conoide alluvionale.

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.

- Terreni di riporto.
- Area di cava attiva.
- Area di cava inattiva.

In termini generali, l'area nel suo complesso non presenta particolari criticità in termini di fenomeni franosi, in particolare se si tiene conto delle elevate acclività dei versanti. Tra le cause che determinano una bassa propensione al dissesto di questo territorio, oltre alla prevalenza di aree con substrato arenaceo stabile, si può fare riferimento a tassi di piovosità medio-bassi con valori cumulati annui che raramente superano i 1000 mm. Nella tabella che segue sono riportate le piogge annue relative alle stazioni di Anghiari e Monterchi. Da notare le anomalie relative agli anni 2011 e 2012 per la stazione di Monterchi probabilmente da attribuire ad errori strumentali, ancorché non segnalati sul sito del SIR.

Anno	Precipitazioni annue (mm)	
	Stazione Anghiari	Stazione Monterchi
2021	289*	290*
2020	944	935
2019	1031	1117
2018	919	997
2017	621	549
2016	-	1109
2015	664	736
2014	1014	989
2013	1165	-
2012	904	139
2011	-	281

Precipitazioni annue cumulate (fonte SIR Toscana)

** Dati parziali*

In termini quantitativi il territorio interessato da fenomeni attivi (frane attive, aree soggette a dilavamento diffuso, soliflusso) corrisponde complessivamente a circa il 2.6% della superficie complessiva dei quattro Comuni (elementi tipologici in *grisé* nella tabella che segue), mentre i fenomeni quiescenti interessano circa il 10.0%.

Tipologia	Territorio dell'Unione Montana dei Comuni della Valtiberina	
	Superficie (kmq)	%
Frane attive	3.8	1.2
Frane quiescenti	30.4	9.6
Aree soggette a dilavamento diffuso	4.1	1.3
Soliflusso	0.3	0.09

Distribuzione dei fenomeni attivi (in grisé) e quiescenti

Limitando questa stessa analisi al solo territorio urbanizzato (circa 10 kmq su 316 kmq di territorio complessivo), il rapporto è inferiore e le aree interessate da fenomeni attivi sono dell'ordine dell'1.1%. Da un esame puntuale di queste aree però si rileva che in generale si tratta di zone marginali rispetto all'urbanizzato ed alle aree potenzialmente utilizzabili ai fini edilizi ed urbanistici.

Ai sensi del D.P.G.R. 5/R/2020 punto B.2, all'interno del territorio urbanizzato i corpi di frana attivi e quiescenti sono stati rappresentati in una carta di maggior dettaglio (scala 1:5.000) in cui sono stati messi in evidenza le aree in frana e le aree di evoluzione del fenomeno franoso. Le cartografie di maggior dettaglio sono riportate in Appendice.

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

La Tavola G.03 contiene le indicazioni della vulnerabilità degli acquiferi presenti nel sottosuolo del territorio studiato. Questo tipo di vulnerabilità dipende essenzialmente da due parametri: la permeabilità del primo strato del terreno e la soggiacenza della falda, cioè la profondità dal piano campagna del livello freatico.

7.1 – La permeabilità

La permeabilità di una formazione geologica dipende da diversi fattori: la permeabilità primaria è quella determinata dalla porosità in depositi alluvionali e detritici o comunque in tutti i tipi di sedimenti sciolti, mentre la permeabilità secondaria è invece quella determinata dal grado di fratturazione in terreni litoidi. In dipendenza del fatto che parametri come porosità e grado di fratturazione possono variare notevolmente all'interno di un terreno/roccia, la permeabilità risulta essere un parametro di difficile valutazione su vaste aree. Le misure effettuate in laboratorio su campioni di terreno o in campagna con prove di permeabilità eseguite sia su terreni che in roccia, forniscono infatti dati puntuali

che possono essere ritenuti validi solo localmente, ovvero unicamente per una porzione di terreno/roccia circostante l'area di prelievo del campione o dell'esecuzione della prova in situ.

Non potendo quindi contare su dati provenienti da prove dirette, l'unico modo per avere indicazioni attendibili della permeabilità delle diverse porzioni del territorio studiato è quello di far riferimento alla composizione granulometrica media del terreno che appare dalla Carta Geologico Tecnica unitamente alla ricostruzione stratigrafica della zona MOPS in cui ricade. Questa valutazione, limitata alle sole aree interessate dagli studi di MS, è stata estesa all'intero territorio utilizzando gli stessi criteri.

Le formazioni geologiche presenti nell'area studiata sono state classificate in funzione della loro permeabilità media, distinguendo fra permeabilità primaria e permeabilità secondaria.

7.2 – La soggiacenza della falda

Questo tema naturalmente riguarda l'area della pianura compresa tra Sansepolcro ed Anghiari per la quale sono stati recuperati i rilievi allegati ai precedenti strumenti urbanistici.

Le curve isofreatiche sono state riprese dai Piani Strutturali di Sansepolcro e Anghiari, i cui studi risalgono al 2004 per Sansepolcro ed al 2020 per Anghiari. Si tratta di due rilievi eseguiti in tempi diversi, entrambi riferiti al periodo di morbida della falda freatica.

Nel giugno 2021, dopo una primavera particolarmente piovosa, quindi in periodo sicuramente di morbida della falda, sono state eseguite misure del livello freatico in alcuni pozzi della pianura. Lo scopo è stato quello di verificare se i precedenti rilievi potessero essere riferiti al periodo attuale; in altre parole, si è voluto verificare che rispetto ai precedenti rilievi non si fossero verificati eventi particolari che avessero alterato la situazione della falda freatica in modo significativo, rendendo inutile la rappresentazione allora ricostruita.

I pozzi in cui sono stati eseguiti i controlli freatici sono riportati in colore diverso sulla Carta. Le misure eseguite hanno confermato che rispetto ai rilievi precedenti non ci sono stati cambiamenti sostanziali; è stato soltanto rilevato un lieve rialzamento della falda freatica, riferibile a piovosità particolarmente prolungata nel periodo antecedente le misure e comunque non significativo per la ricostruzione del piano della falda.

Le curve isofreatiche mostrano un piano di falda con una soggiacenza modesta, dell'ordine di 2/3 metri ed una inclinazione verso sud e sud-est identica a quella del piano topografico. Si rilevano due assi di drenaggio: uno con direzione nord-sud con inizio subito a valle dell'abitato di Sansepolcro e l'altro, meno evidente, con direzione nord-ovest sud-est in corrispondenza dell'area industriale.

Il gradiente del piano di falda passa rapidamente da valori molto elevati, dell'ordine del 10% nella sottile fascia pedemontana, a valori dello 0.5% nelle zone di centro pianura;

anche in questo caso in accordo con i gradienti topografici.

Non si rilevano anomalie di alcun genere; in particolare non si segnalano alterazioni del piano di falda dovute ad emungimenti continui e consistenti.

N. Pozzo	Ubicazione	Soggiacenza (m)	Piezometria (m slm)
1	Via Cinque Vie	22.5	297.3
2	Via Il Gaia	0.15	315.4
3	Via I Mancini	4.95	314.0
4	Via Gragnano	2.8	314.2
5	Via del Tevere	3.9	299.6
6	Via Giuseppe di Vittorio	9.8	295.7
7	Via Malpasso	7.8	299.5
8	Via Enrico Berlinguer	3.2	294.5

Misure freaticometriche relative al giugno 2021

7.3 – Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità all'inquinamento delle acque di sottosuolo si valuta con una scala qualitativa che tiene conto del tempo di arrivo in falda di un eventuale inquinante sparso in superficie. È funzione della permeabilità e dello spessore del terreno sovrastante il primo acquifero: un elevato spessore ed una bassa permeabilità del terreno insaturo superficiale ritardano l'infiltrazione e favoriscono la degradazione e l'adsorbimento di eventuali inquinanti; al contrario uno spessore limitato ed un'alta permeabilità della coltre insatura accelerano il contatto con l'acqua di sottosuolo in modo tale che l'inquinante non ha il tempo per degradarsi in tutto o in parte.

Si riporta di seguito la classificazione del grado di vulnerabilità per quanto riguarda i terreni sciolti, quali depositi alluvionali, coperture detritiche e terreni di riporto:

Grado di Vulnerabilità molto alto: *l'acquifero affiora o è presente al di sotto di uno spessore assai ridotto di sabbia e ghiaia, che non offre alcuna protezione nei confronti di un eventuale inquinante sparso in superficie. Il tempo di infiltrazione, in condizioni di saturazione, è inferiore ad una settimana, per cui anche inquinanti più rapidamente degradabili possono giungere in falda.*

Gradi di Vulnerabilità alto: *il terreno sovrastante il primo acquifero ha uno spessore ridotto o una permeabilità alta, per cui offre scarsa protezione nei confronti di un eventuale inquinante sparso in superficie. Il tempo di infiltrazione è inferiore ad un mese, per cui solo gli inquinanti 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 compresi 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, per cui solo gli inquinanti meno degradabili possono raggiungere la falda per infiltrazione della superficie.

Grado di Vulnerabilità basso: il primo acquifero sotterraneo è protetto da un buon spessore di terreno a bassa permeabilità. L'infiltrazione dalla superficie richiede tempi abbastanza lunghi da rendere improbabile l'arrivo degli eventuali inquinanti alla falda.

Si riporta di seguito la classificazione della vulnerabilità per quanto riguarda le diverse formazioni rocciose affioranti:

Grado di Vulnerabilità alto: le formazioni che affiorano in queste aree, composte in prevalenza da litologie carbonatiche riferibili ad ambienti di mare sottile di piattaforma presentano una permeabilità alta per fratture. Il tempo di infiltrazione è piuttosto rapido per cui anche inquinanti più rapidamente degradabili possono giungere in falda.

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

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

Nelle tabelle che seguono sono riassunti i valori di vulnerabilità per tutte le formazioni geologiche o per le forme presenti sul territorio studiato:

Coperture	Grado di Vulnerabilità
Area di cava	Molto alto
Corpo di frana	Alto
Terreni di riporto (h)	Molto alto
Deposito di versante (aa)	Alto
Coltre detritica eluvio-colluviale (b2)	Alto
Conoide alluvionale	Alto
Deposito alluvionale grossolano (b/bn)	Medio-alto
Deposito alluvionale fine (b/bn)	Medio-basso
Deposito lacustre (e2)	Medio-basso
Depositi continentali Villafranchiani (VILa)	Medio-alto
Depositi continentali Villafranchiani (VILh)	Medio-basso

Formazioni geologiche	Grado di Vulnerabilità
Formazione di M. Fumaiolo (MFU)	Medio
Formazione di San Marino (SMN)	Alto
Brecce poligeniche del Sasso di Simone (BAP)	Basso
Formazione di M. Morello e litofacies di C. Nuova (MLL/MLLa)	Medio
Formazione di Sillano con olistostromi ofiolitici (SIL/SILo)	Basso
Brecce di Mt. Zenone (BROe)	Medio
Peridotiti, serpentiniti (pm)	Medio
Gabbri (rm)	Medio
Marne di Vicchio	
<i>Membro di Montesilvestre (VIC4)</i>	Medio
<i>Litofacies marnoso-calcareo (VIC2)</i>	Medio
<i>Litofacies marnosa (VIC1)</i>	Basso
Arenarie di M. Falterona	
<i>Membro di Fosso delle Valli (FAL5)</i>	Basso
<i>Membro di Lonnano (FAL4)</i>	Medio
<i>Membro di Montalto (FAL3)</i>	Medio
<i>Membro di Montalto-litofacies argillitica FAL3a)</i>	Basso
<i>Membro di Camaldoli (FAL2)</i>	Medio
<i>Membro di Montefalco (FAL1)</i>	Medio
Marne varicolori di Villore (MVV)	Basso
Formazione Marnoso-Arenacea Umbra	
<i>Membro di Vesina (MUM3)</i>	Medio
<i>Membro di Monte Casale (MUM2)</i>	Medio
<i>Membro di Casa Spertaglia (MUM1)</i>	Medio
Schlier (SCH)	Basso
Bisciario (BIS)	Basso

In sintesi, oltre la metà del territorio della pianura di Sansepolcro-Anghiari ricade in grado di vulnerabilità medio alto, mentre in grado alto ricadono solamente i corpi detritici e gli accumuli di frana in ambito collinare.

7.4 – Punti di captazione ad uso acquedottistico

In questa carta sono stati riportati anche i punti di captazione ad uso acquedottistico

approvati con D.G.R.T. 1537 del 09/12/2019 e forniti dai tecnici del Genio Civile. Nel territorio dei quattro comuni ricadono n. 93 sorgenti, n. 13 pozzi e n. 4 derivazioni da acque superficiali.

8 – MICROZONAZIONE SISMICA

La zonazione di pericolosità sismica passa attraverso la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica di Secondo Livello definito dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica. Per quanto riguarda i comuni oggetto di studio, l'attuale situazione sugli studi MS è riassunta nella tabella che segue:

	Studi MS	Stato
Anghiari	MS II livello	Approvato
Caprese Michelangelo	MS I livello	Approvato
Monterchi	MS III livello	Approvato
Sansepolcro	MS III livello	Approvato

Ai sensi del paragrafo 3.6 dell'Allegato A del 5/R/2020, per la valutazione della pericolosità sismica locale è stato realizzato uno studio MS di II livello per il Comune di Caprese Michelangelo. Secondo gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica è necessario procedere con la redazione di:

- Carta delle Indagini;
- Carta delle Frequenze;
- Carta Geologico Tecnica;
- Carta delle MOPS;
- Carta di Microzonazione Sismica relativa agli intervalli di periodo 0.1-0.5 s, 0.4-0.8 s, 0.7-1.1 s.

Relativamente ai Comuni di Anghiari, Monterchi e Sansepolcro, sono state recuperate le tavole realizzate da altri autori durante l'elaborazione degli studi MS di II o III livello.

Per la discussione di queste tavole si rimanda alle relative Relazioni Illustrative.

Nei paragrafi successivi vengono descritte le carte allegate agli studi MS di II livello realizzate nel corso del presente lavoro per il Comune di Caprese Michelangelo. A questo proposito preme far presente che gli studi di MS1 di Caprese risultano piuttosto datati e redatti ai sensi di versioni degli Standard di Rappresentazione ed Archiviazione superati da tempo; a titolo indicativo è sufficiente ricordare che lo studio, ancorché realizzato con finanziamento regionale, non è corredato di Carta Geologico Tecnica. In sintesi, in fase di redazione degli studi di secondo livello, è stato necessario effettuare una profonda revisione di quelli del primo, al fine di adeguarli alla forma oggi richiesta.

8.1 – Carta delle indagini (TAV. G.04)

Per quanto riguarda il comune di Caprese Michelangelo sono state raccolte le indagini provenienti dagli studi di Microzonazione Sismica di I livello; oltre a queste, nell'ambito del presente studio, sono state realizzate n. 35 misure di rumore ambientale a stazione singola (HVSr) e n.1 indagine sismica ESAC/MASW.

	Tipo	n.	Note
Banca dati primo e secondo livello	Sondaggi a carotaggio continuo	13	10 raggiungono il substrato
	Sismiche ESAC	1	
	Sismiche MASW	9	
	Sismiche P/SH	13	
	<i>Down Hole</i>	4	
	H/V	64	

Indagini utilizzate complessivamente per l'elaborazione della MS di Secondo Livello

Per quanto riguarda le attrezzature utilizzate per l'esecuzione delle indagini geofisiche si osserva:

- i profili ESAC – MASW sono stati eseguiti con sismografo Geode Geometrics 24 canali con geofoni verticali da 4.5 Hz;
- per quanto riguarda le misure H/V, esse sono state eseguite con sismografo a stazione singola Micromed Tromino dotato di un geofono triassiale da 4.5 Hz, con registrazioni della durata di 30 minuti. Le procedure esecutive utilizzate sono quelle del Progetto Sesame.

Le verticali di indagine e le stese sismiche sono state inserite con la simbologia indicata nelle Istruzioni Tecniche e negli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica Ver. 4.2.

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

Si tratta di un elaborato derivato dalla carta geologica ottenuto raggruppando le varie formazioni tenendo conto della composizione litologica e delle caratteristiche tecniche. Il raggruppamento delle varie formazioni e la terminologia utilizzata seguono i criteri indicati dalla Conferenza delle Regioni nel volume “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica”.

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 di crollo quiescente	3021
Frana complessa quiescente	3024
Frana complessa inattiva	3034
Riperto antropico	RI _{zz} - Terreni contenenti resti di attività antropica
Coltre detritica eluvio-colluviale	GM _{ec} - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di eluvi/colluvi ML _{ec} - Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di eluvi/colluvi
Detrito di versante	GM _{ec} - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di eluvi/colluvi ML _{ec} - Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di eluvi/colluvi
Conoide alluvionale	GM _{ca} - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di conoide alluvionale
Depositi alluvionali antichi e recenti	GM _{in} - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di bacino (piana) intramontano
Formazione di Monte Morello	SFLPS
Formazione di Sillano con olistostromi ofiolitici	SFALS
Marne di Vicchio	SFALS
Arenarie del M. Falterona – Membro di Fosso delle Valli	SFALS
Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto	SFLPS

L'attribuzione delle varie classificazioni non ha creato particolari problemi, sia per quanto riguarda i depositi alluvionali che per le coltri detritiche: queste ultime sono state suddivise secondo la loro composizione prevalente (argillosa o sabbioso-ghiaiosa) in base ai caratteri delle formazioni che ne costituivano il substrato o alla stratigrafia dei sondaggi.

Per quanto riguarda il substrato si è tenuto conto delle caratteristiche litologiche delle formazioni della Carta Geologica: a causa della modesta qualità di parte delle indagini sismiche presenti nella banca dati MS di primo livello e della varietà del comportamento sismico del substrato roccioso, l'attribuzione del termine “*SF*” relativamente ai depositi alterati e fratturati è risultata particolarmente difficoltosa. In sintesi, la qualità dei dati non ha consentito di discriminare aree con differenti velocità del substrato, per cui, in via cautelativa si è deciso di considerare tutte le tipologie di substrato roccioso come alterato e/o fratturato e quindi con velocità $V_s < 800$ m/s per uno spessore di almeno 5 metri.

Si riportano di seguito le voci della legenda della Carta Geologico Tecnica.

ML Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose e argillose limi argillosi di bassa plasticità – in questa categoria sono stati classificati i materiali detritici di collina prevalentemente argillosi, provenienti dalla disgregazione delle formazioni argillitiche del substrato.

GM Ghiaia, miscela di ghiaia sabbia e limo – in questa categoria sono stati classificati:

- i materiali detritici di collina prevalentemente sabbioso-ghiaiosi, provenienti dalla disgregazione delle formazioni calcaree o arenacee del substrato;
- depositi di bacino intermontano e di conoide.

SFLPS/SFALS - Lapideo stratificato/Alternanza di litotipi fratturato o alterato: in queste categorie sono state inserite le formazioni in cui le caratteristiche geomeccaniche risultano influenzate da fratturazione/alterazione.

8.3 – Sezioni geologico tecniche (TAV. G.06)

Nelle carte geologico tecniche (Tavole G.05) sono riportati i profili delle sezioni geologico tecniche presentate in questa tavola.

8.4 – Carta delle frequenze (TAV. G.07)

Riporta la distribuzione delle frequenze di picco ricavate dalle misure di rumore ambientale a stazione singola; la simbologia utilizzata consente di ricavare direttamente dalla carta:

- il numero identificativo della misura;
- la frequenza di picco (Hz);
- la classe di ampiezza. In particolare sono state individuate quattro classi relative rispettivamente agli intervalli di ampiezza: $A < 2$; $2 < A \leq 3$; $3 < A \leq 5$ ed $A > 5$.

La qualità dei dati è mediamente scadente nonostante la ripetizione di alcune misure per migliorare le acquisizioni: evidentemente gli effetti 2D, frequenti in ambiti collinari, e gli scarsi contrasti di impedenza hanno determinato un elevato numero di misure prive di picco o comunque con valori di ampiezza molto modesti. A titolo indicativo, su n. 64 misure, n. 23 risultano prive di picco e solamente n. 15 presentano valori di ampiezza $A > 3.0$.

N. misura	F ₀	A	N. misura	F ₀	A
P1	7.1	2.9	P46	1.81	3.1
P2	12.3	2.8	P47	12.5	2.4
P3	33.8	2.4	P48	14.5	3.1
P4	3.5	2.6	P49	NP	
P5	7	2.5	P50	30.9	2.7
P6	4.2	3.4	P51	32.5	2.6
P7	10.7	4.0	P52	5.94	5.7
P8	NP		P53	3.91	4.6
P9	6.2	2.8	P54	13.4	3.3
P10	0.9	2.7	P55	NP	
P11	12.7	3.8	P56	2.94	2.8
P12	NP		P57	2.81	2.5
P13	NP		P67	25.2	3.3
P14	NP		P58	1.31	3.4
P15	11.2	4.5	P59	NP	
P16	NP		P60	NP	
P17	NP		P61	3.34	3.3
P18	NP		P62	NP	
P19	29	3.3	P63	12.8	2.5
P20	NP		P64	NP	
P21	2.57	2.7	P65	NP	
P22	3	3.4	P66	NP	
P23	3.68	2.4	P68	3.22	2.7
P24	NP		P69	NP	
P25	10	2.8	P70	NP	
P26	7.2	1.9	P71	NP	
P27	8.5	2.1	P72	9.69	2.7
P28	3.9	2.3	P73	NP	
P29	NP		P74	NP	
P43	4.38	3.9	P75	12.8	2.3
P44	3.13	2.8	P76	16.4	2.7
P45	21.25	2.5	P77	2.66	2.3

Misure HVSR

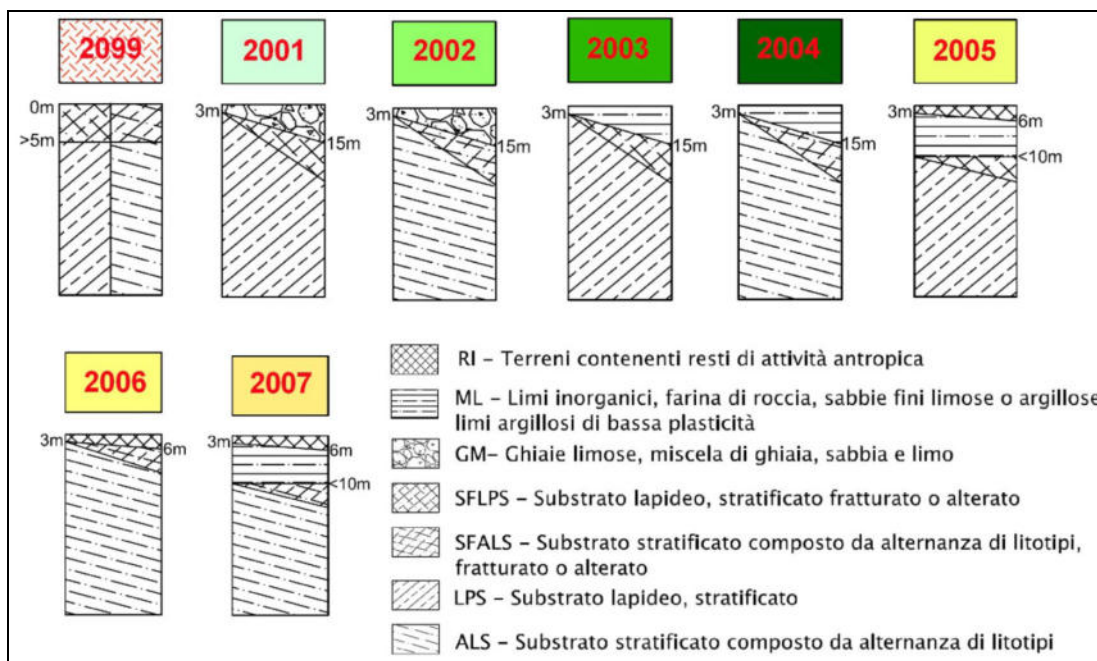
8.5 – Carta delle MOPS (TAV. G.08)

Le aree di affioramento del substrato ricadono nella zona 2099, in quanto, come detto, tutte le formazioni lapidee sono state considerate alterate/fratturate per uno spessore significativo. Per quanto riguarda le aree con presenza di copertura, sono stati seguiti i seguenti criteri:

- combinazione tra le varie litologie della copertura e del substrato;
- profondità del substrato al di sotto dei depositi di copertura.

La carta delle MOPS contiene anche l'ubicazione delle misure H/V con indicato il valore della frequenza di picco registrata.

Il territorio è stato suddiviso nelle seguenti zone omogenee:



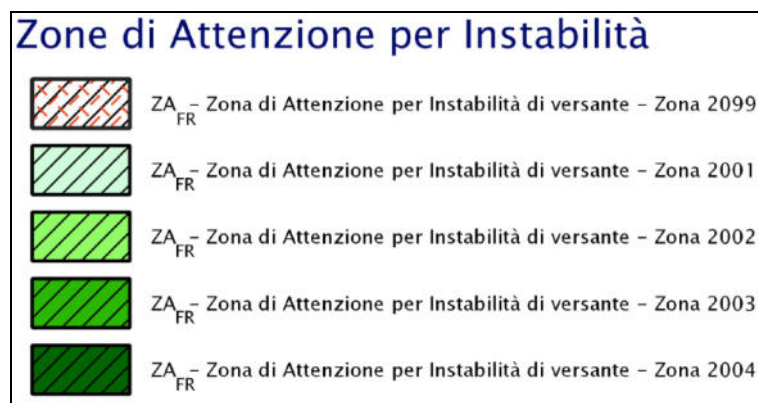
Zone MOPS – Caprese Michelangelo

Zone stabili suscettibili di amplificazione locale

- **Zona 2099:** aree di affioramento del substrato roccioso SFALS/SFLPS, che presenta un orizzonte di alterazione superiore a 5 metri.
- **Zona 2001:** area di affioramento di sottili coperture detritiche o alluvionali di bacino intermontano a grana grossolana (GM) con substrato entro m 15 costituito da LPS/SFLPS.
- **Zona 2002:** area di affioramento di sottili coperture detritiche o alluvionali di bacino intermontano a grana grossolana (GM) con substrato entro m 15 costituito da ALS/SFALS.
- **Zona 2003:** aree di affioramento di coperture detritiche a grana fine (ML) entro i 15 metri; al di sotto è presente il substrato costituito da SFLPS/LPS.
- **Zona 2004:** aree di affioramento di coperture detritiche a grana fine (ML) entro i 15 metri; al di sotto è presente il substrato costituito da SFALS/ALS.
- **Zona 2005:** aree di affioramento di terreni di riporto antropico di spessore esiguo (3÷6 metri), che poggiano su depositi a grana fine (ML). Il substrato roccioso di tipo SFLPS/LPS si trova entro i 10 metri di profondità.
- **Zona 2006:** aree di affioramento di terreni di riporto antropico di spessore esiguo (3÷6 metri), che poggiano su un substrato roccioso di tipo SFALS/ALS.
- **Zona 2007:** aree di affioramento di terreni di riporto antropico di spessore esiguo (3÷6 metri), che poggiano su depositi a grana fine (ML). Il substrato roccioso di tipo SFALS/ALS si trova entro i 10 metri di profondità.

Zone di attenzione per instabilità

Si riportano di seguito le zone di attenzione per instabilità della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.



Zone di attenzione per instabilità della Carta delle MOPS

- **Instabilità di versante (ZA_{FR})** – comprende le aree interessate da instabilità di versante che in questo territorio sono rappresentate da frane attive, quiescenti e inattive; vengono distinte in base alla zona all'interno della quale è cartografato il fenomeno gravitativo (2099, 2001, 2002, 2003 e 2004).

8.6 – Carta di Microzonazione sismica (TAVV. 9.1; 9.2; 9.3)

8.6.1 – Criteri e metodi

L'elaborazione della Carta di Microzonazione Sismica prevede l'assegnazione dei valori del fattore di amplificazione (FA) alle varie Zone individuate in fase di primo livello, secondo le procedure indicate nella relazione esplicativa sull'utilizzo degli Abachi Regionali (DSFTA – Unisi 2013).

In termini metodologici si è proceduto:

- all'individuazione degli abachi relativi alla zona di interesse, corrispondente alla **Toscana Appenninica**;
- all'individuazione del valore di Ag (475 anni), per il quale è stata utilizzata la griglia dei valori indicati dall'INGV: il territorio comunale di Caprese Michelangelo ricade in **Ag ≥ 0.15g**;
- alla verifica della profondità del substrato: sempre **< m 30**;
- all'utilizzo degli abachi per l'assegnazione dei valori del fattore di amplificazione utilizzando i valori di Vs₃₀ e di F₀;
- alla verifica dei valori del fattore di amplificazione (FA) in corrispondenza di ciascuna misura di rumore H/V.

I risultati sono stati sintetizzati in tre carte di microzonazione relative agli intervalli di periodo 0.1-0.5 s, 0.4-0.8 s, 0.7-1.1 s (Tavv. 9.1-9.2-9.3).

8.6.2 – Assegnazione dei valori del fattore di amplificazione (FA)

Nella tabella che segue sono riportati i valori delle frequenze di picco e delle ampiezze delle misure H/V nelle varie zone MOPS. Nella tabella è anche riportata la velocità $V_{s_{eq}}$ ricavata dalle linee sismiche presenti sul territorio:

N. misura	Zona MOPS	F ₀	A	V _{s_{eq}}
P5	2001	7.0	2.5	300
P56		2.94	2.8	
P50	2002	30.94	2.7	500
P48		14.59	3.1	
P15		11.2	4.5	
P13		NP		
P14		NP		
P16		NP		
P49		NP		
P27	2003	8.5	2.1	300
P76		16.47	2.7	
P26	2004	7.2	1.9	300
P75		12.81	2.3	
P57		2.81	2.5	
P10		0.9	2.7	
P2		12.3	2.8	
P25		10.0	2.8	
P54		13.44	3.3	
P51	2099	32.5	2.6	500
P46		1.81	3.1	
P61		3.34	3.3	
P22		3.0	3.4	
P7		10.7	4.0	
P8		NP		
P12		NP		
P17		NP		
P18		NP		
P24		NP		
P29		NP		
P55		NP		
P59		NP		
P62		NP		
P64		NP		
P65		NP		
P66		NP		
P69	NP			
P70	NP			
P74	NP			

Si osserva:

- alla zona 2001 viene attribuita la combinazione $F_0=7/Vs300$: il valore di 2.94 Hz è stato ritenuto non rappresentativo della situazione litostratigrafica: evidentemente si riferisce ad un contrasto di impedenza all'interno del substrato litoide;
- alla zona 2002 è stata assegnata la combinazione $F_0>8/Vs500$: le misure NP sono state interpretate con spessori minimi di copertura al di sopra del substrato roccioso;
- per le zone 2003 e 2004 si è fatto riferimento alla combinazione $F_0>8/Vs300$: le misure P10 e P26 non sono state infatti considerate rappresentative;
- per le zone MOPS 2005, 2006 e 2007, non essendo presenti né linee sismiche né misure HVSR, i FA sono stati attribuiti considerando quelli della zona MOPS con stratigrafia più simile;
- per la zona 2099, la maggior parte delle misure risultano prive di picco ragionevolmente per la presenza di un passaggio graduale tra la porzione alterata ed il substrato integro; per questa fattispecie, nell'utilizzo degli abachi, l'applicazione del 75° percentile ci è sembrata eccessivamente cautelativa a causa degli elevati valori di FA risultanti. La soluzione proposta prevede la presenza di un potenziale contrasto di impedenza comunque a piccola profondità, in corrispondenza del passaggio tra la porzione di roccia alterata ed il substrato integro, che secondo le stratigrafie dei sondaggi risulta essere al massimo pari a m 12. Utilizzando la relazione $H=Vs/(F_0 \times 4)$, con H =profondità, Vs =velocità delle onde SH, F_0 =frequenza di picco, e considerando la velocità di Vs 500 per la porzione alterata del substrato, ed una profondità massima di m 12, risulta un teorico valore di frequenza di picco pari a $F_0 \sim 10$ Hz. Sulla base di queste considerazioni è stata selezionata la combinazione $Vs500$ e $F_0>8$.

Nella tabella che segue sono indicati i valori di FA per ciascuna zona MOPS stabile suscettibile di amplificazioni locali:

Zona MOPS	F_0 (Hz)	Vs_{abaco}	FA 0.1 – 0.5 s	FA 0.4 – 0.8 s	FA 0.7 – 1.1 s
2099	NP*	500	1.4	1.1	1.0
2001	7.0	300	1.6	1.1	1.0
2002	≥ 8	500	1.4	1.1	1.0
2003	≥ 8	300	1.4	1.1	1.0
2004	≥ 8	300	1.4	1.1	1.0
2005	da 2003		1.4	1.1	1.0
2006	da 2002		1.4	1.1	1.0
2007	da 2004		1.4	1.1	1.0

* valore $F_0 \geq 8$ negli abachi

Per quanto riguarda invece le zone instabili, i valori di FA sono stati ricavati aumentando di una classe dell'abaco i valori ottenuti per le zone presenti al di sotto delle aree in frana:

Zona instabile	FA 0.1 – 0.5 s	FA 0.4 – 0.8 s	FA 0.7 – 1.1 s
Su 2099	1.5	1.1	1.0
Su 2001	1.7	1.2	1.1
Su 2002	1.6	1.2	1.0
Su 2003	1.6	1.2	1.0
Su 2004	1.6	1.2	1.0

9 – CARTE DELLA PERICOLOSITÀ

9.1 – Carta della Pericolosità Geologica (TAV. G.10)

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

- le aree di evoluzione dei fenomeni di dissesto sono state valutate per tutti i territori comunali seguendo due livelli di dettaglio:
 - in una prima fase per ogni forma di dissesto è stato definito un buffer di influenza basato sulla superficie occupata dal dissesto, sul suo stato di attività e sulla tipologia di movimento;
 - in una seconda fase ogni area di evoluzione è stata revisionata manualmente considerando la presenza o meno dei seguenti elementi: indagini geognostiche, sovrapposizione di aree di influenza di forme di dissesto limitrofe con analoga o differente classe di pericolosità, elementi geomorfologici e/o idrogeologici (es. spartiacque o reticolo idrografico);
- per quanto riguarda le frane inattive, i depositi di versante, le coltri detritiche eluvio-colluviali, i conoidi ed i depositi continentali Villafranchiani, sono state distinte le aree con pendenza 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 calcareo e arenaceo ed i depositi di copertura (corpi detritici, depositi continentali Villafranchiani) con pendenza inferiore a 15°.

Classe G3 e 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 pendenze superiori a 15°. Sono compresi in questa classe aree di substrato affiorante o subaffiorante di composizione argillitica o marnosa indipendentemente dall'acclività, fenomeni morfologici quiescenti, soliflussi, corpi detritici con pendenze maggiori di 15°, aree soggette a dilavamento diffuso in cui non si osserva la presenza di substrato affiorante e zone di interessate da attività estrattive attive o dismesse.

Relativamente ad un'unica area, in corrispondenza dell'abitato di Fragaiolo nel Comune di Caprese Michelangelo, è stata definita la **Sottoclasse 3*** relativa ad una particolare anomalia discussa nel paragrafo relativo alla situazione geomorfologica. Relativamente a questa zona i Permanent Scatterers individuano abbassamenti non trascurabili in assenza di evidenze morfologiche riferibili a movimenti franosi. Per non perdere traccia di questa anomalia l'area in questione è stata segnalata e dotata di una normativa specifica nel presente Piano Strutturale.

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 e le aree con substrato affiorante soggette a dilavamento diffuso.

9.2 – Carta della Pericolosità Sismica Locale (TAV. G.11)

La Carta di 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. 5/R del 30 gennaio 2020, con particolare riferimento al punto C.3 dell'Allegato A della delibera. Le tavole G.11 coprono le aree interessate dagli studi MS.

Nella redazione della carta si è tenuto conto:

- della classificazione geologica e geologico tecnica del territorio;
- dei fattori di amplificazione FA: per i Comuni di Anghiari, Monterchi e Sansepolcro, questi derivano dagli studi MS condotti da altri professionisti; per il Comune di Caprese Michelangelo, in seguito all'esecuzione del II livello da parte degli scriventi, i FA sono stati valutati come riportato al paragrafo 8.6;
- della presenza di faglie attive e capaci: gli studi di MS più recenti hanno cartografato le zone di suscettibilità e/o le zone di rispetto per le faglie attive e capaci, come descritte nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC)". Durante la valutazione della pericolosità sismica locale, si è quindi

tenuto conto di queste zone.

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 (pendenza $< 15^\circ$), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Classe S2 e Classe 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 (F_x) < 1.4 ;

Con il simbolo asterisco (*) si è voluto individuare le aree in cui il fattore di amplificazione risulta $F < 1.4$ solamente nell'intervallo dello spettro 0.1-0.5 s, mentre risulta superiore in almeno uno dei gli altri due intervalli (0.4-0.8 s e 0.7-1.1 s). 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 (F_x) > 1.4 .

Classe S4 (pericolosità molto elevata)





Rientrano in questa classe:

- aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, in grado di creare deformazioni in superficie;
- aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

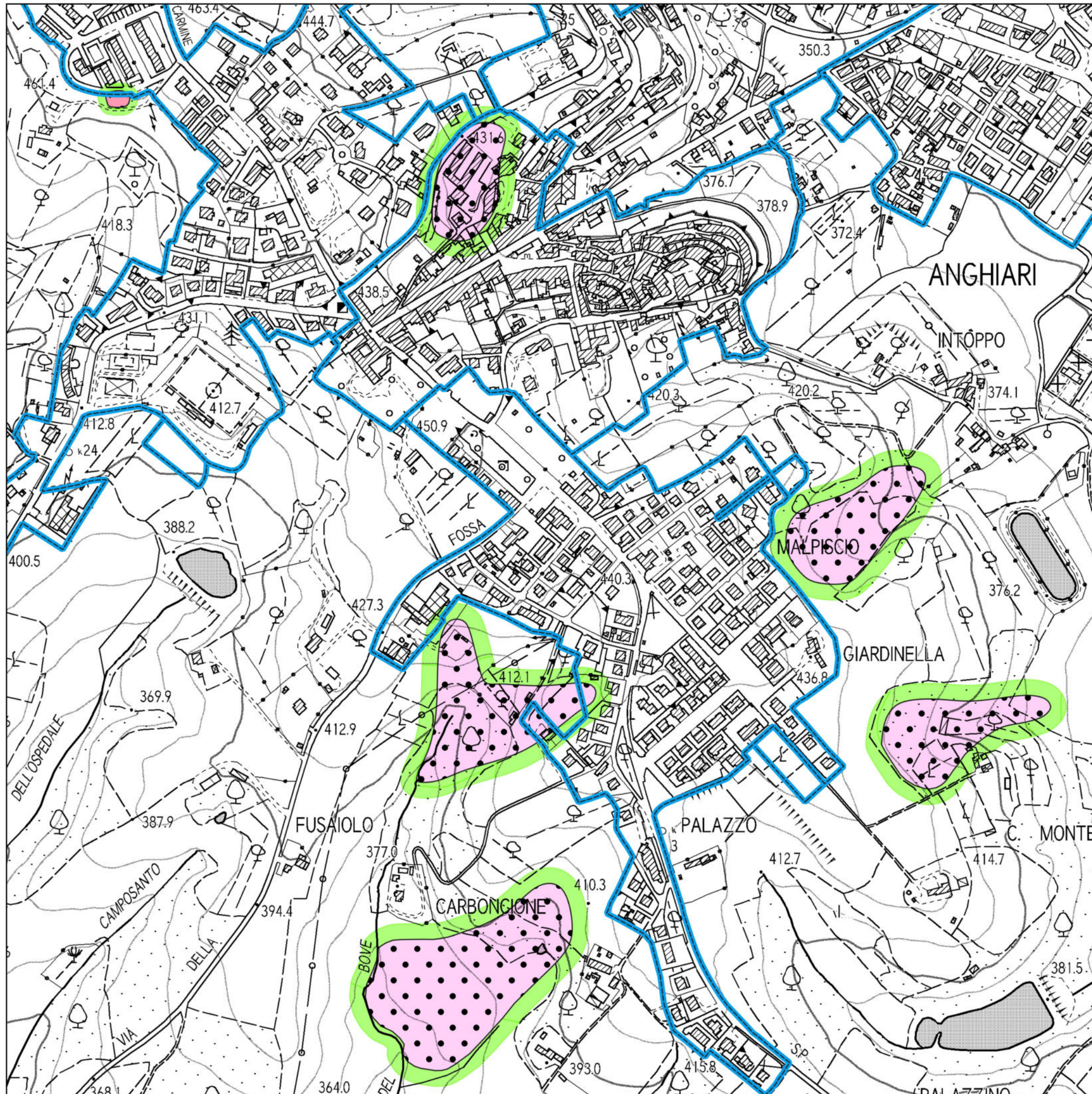
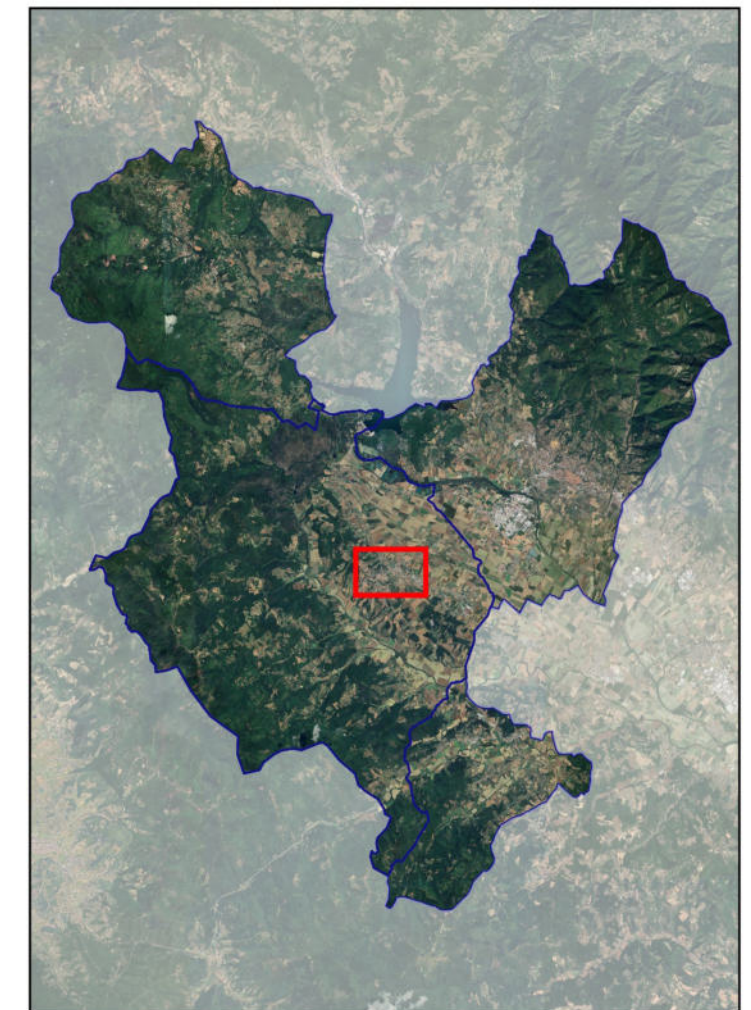
APPENDICE

Cartografie di dettaglio in scala 1:5.000 delle aree del territorio urbanizzato interessate da fenomeni di dissesto attivi o quiescenti

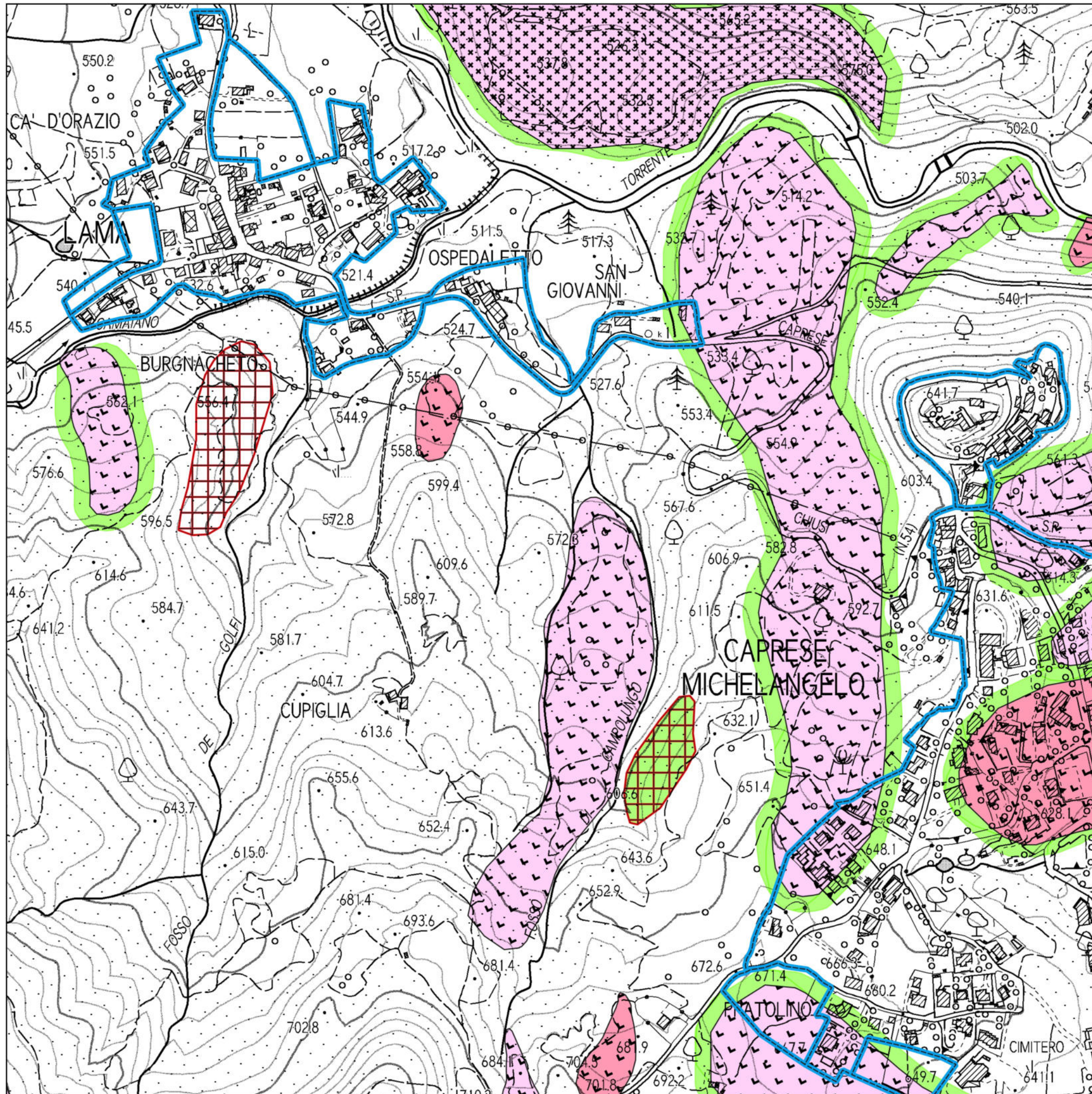
COMUNE DI ANGIARI
LOCALITÀ ANGIARI
SCALA 1:5.000







-  Territorio urbanizzato
-  Frana di scorrimento attiva
-  Frana di scorrimento quiescente
-  Area di evoluzione del fenomeno franoso

I corpi di frana includono la zona di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo

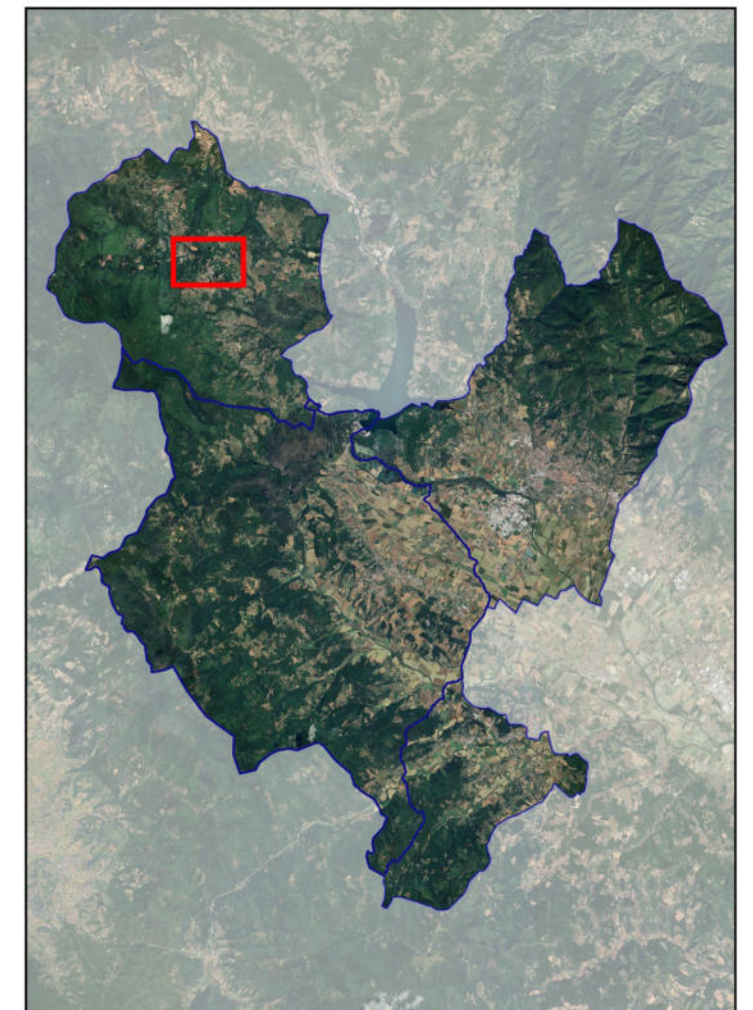


COMUNE DI CAPRESE MICHELANGELO
LOCALITÀ CAPRESE MICHELANGELO (NORD-OVEST)
SCALA 1:5.000








-  Territorio urbanizzato
-  Frana complessa attiva
-  Frana complessa quiescente
-  Frana di crollo quiescente
-  Area soggetta a dilavamento diffuso
-  Area di evoluzione del fenomeno franoso

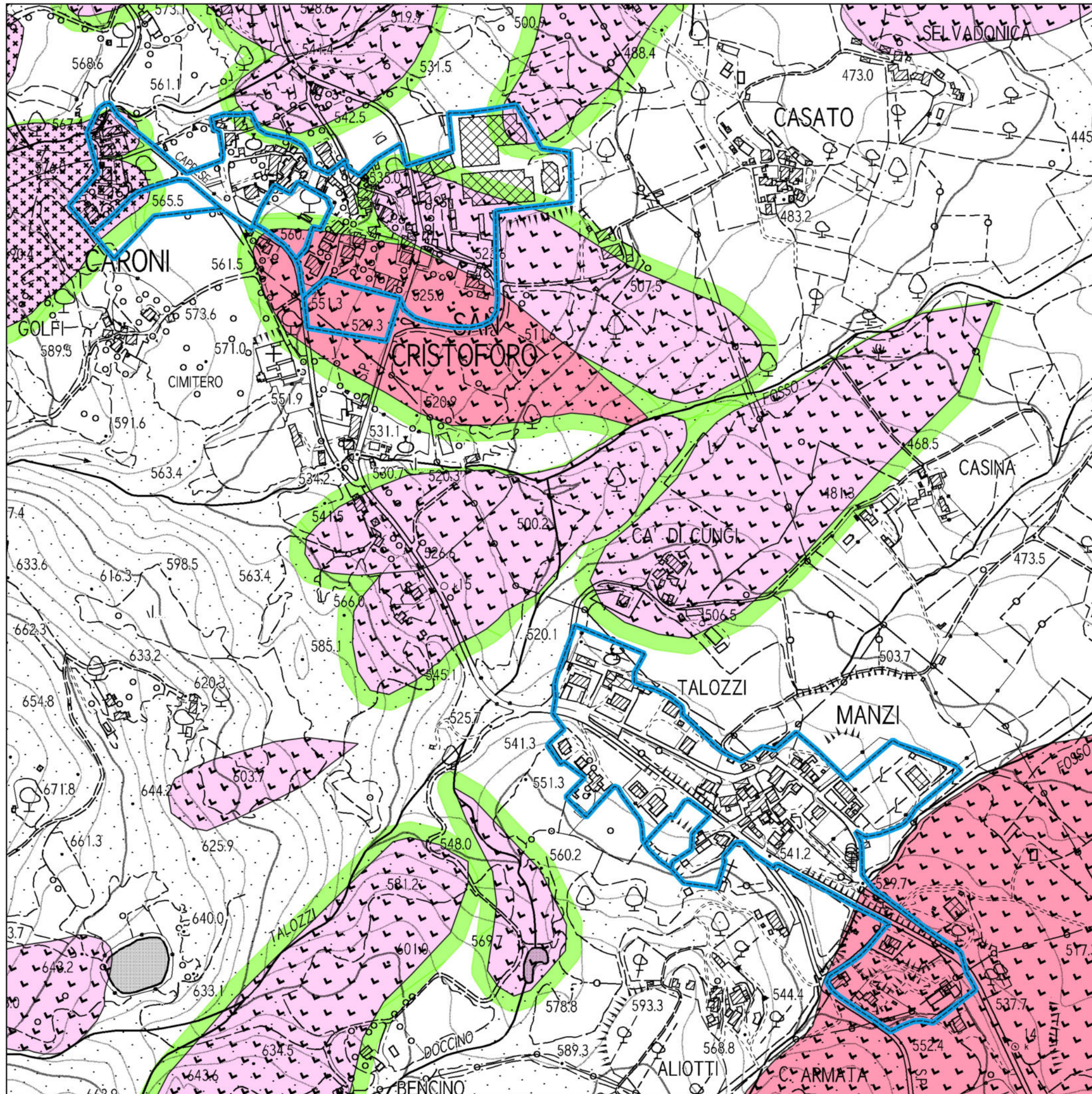
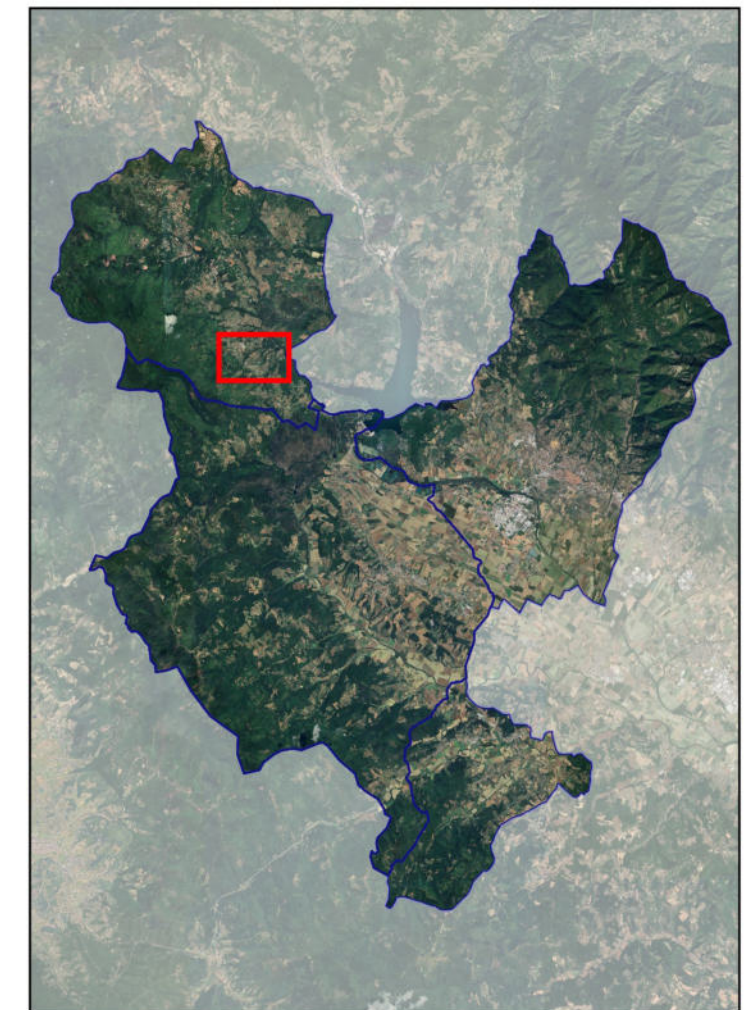
I corpi di frana includono la zona di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo

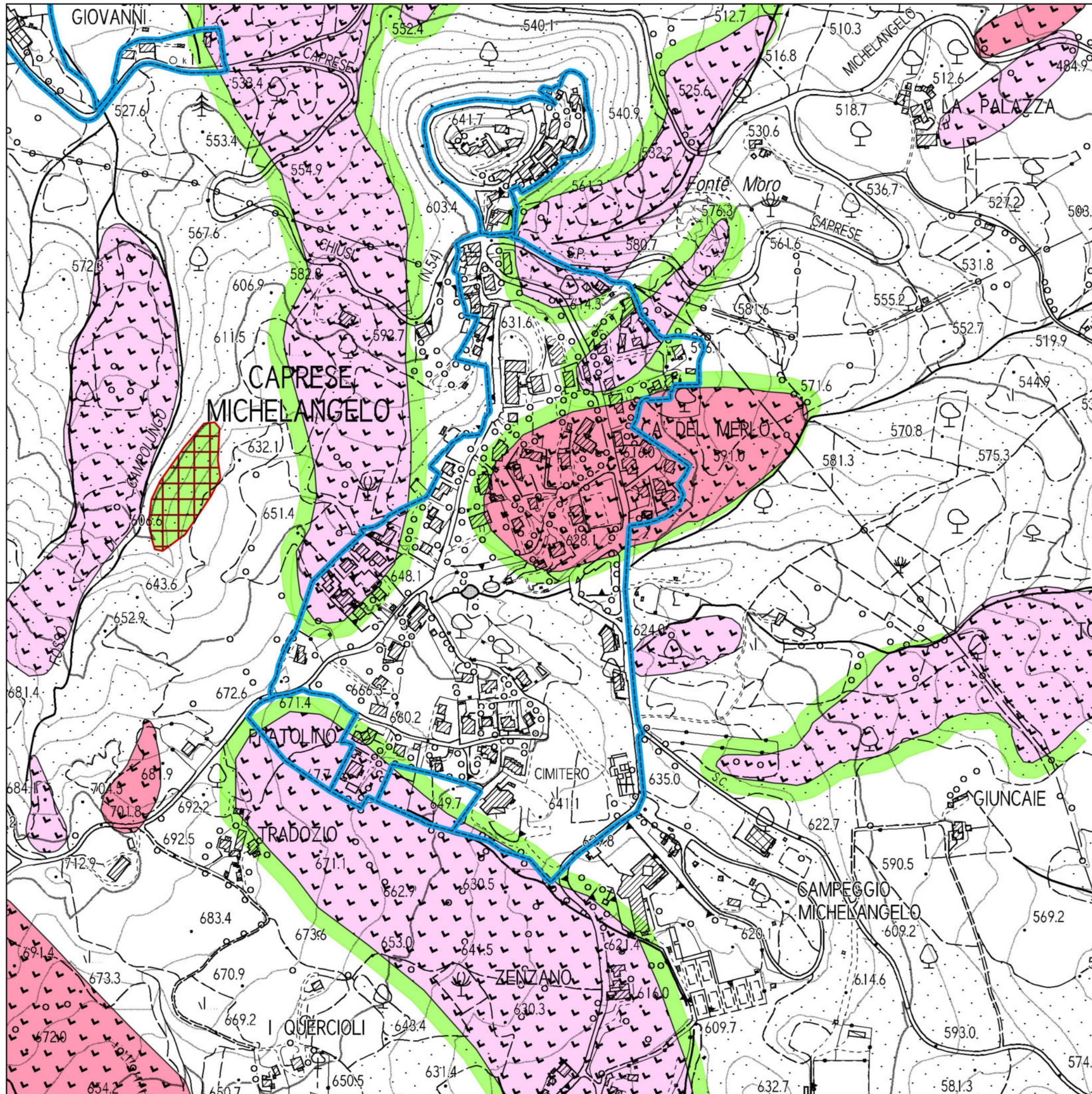


COMUNE DI CAPRESE MICHELANGELO
LOCALITÀ CARONI-MANZI
SCALA 1:5.000






-  Territorio urbanizzato
-  Frana complessa attiva
-  Frana complessa quiescente
-  Frana di crollo quiescente
-  Area di evoluzione del fenomeno franoso

I corpi di frana includono la zona di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo

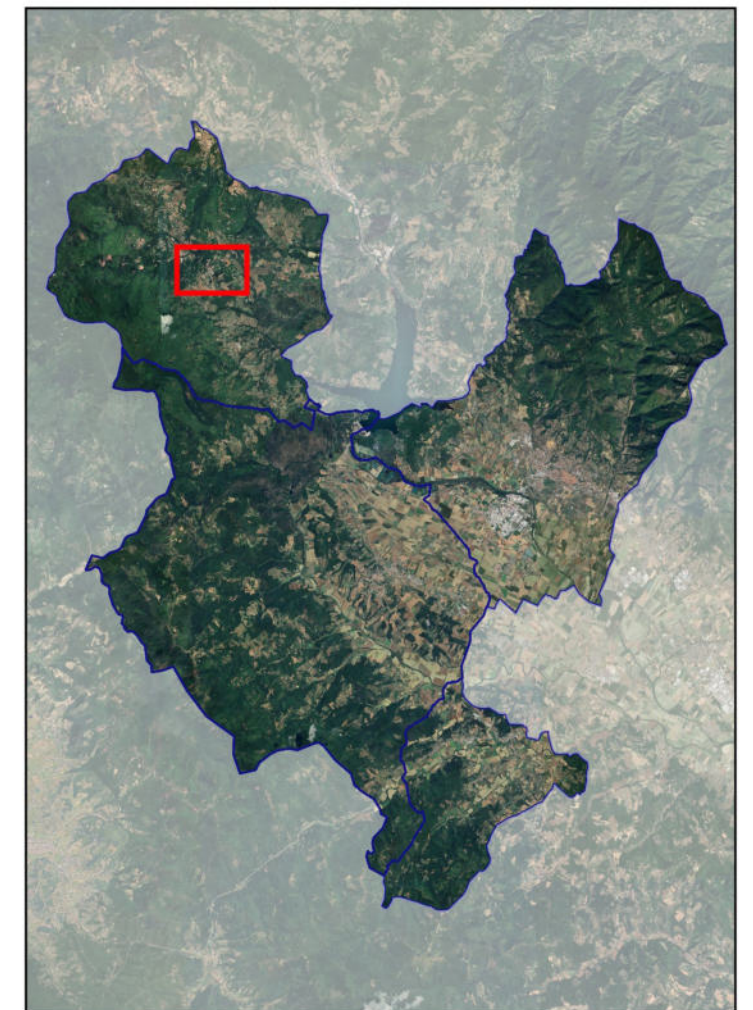








COMUNE DI CAPRESE MICHELANGELO
LOCALITÀ CAPRESE MICHELANGELO (SUD)
SCALA 1:5.000

-  Territorio urbanizzato
-  Frana complessa attiva
-  Frana complessa quiescente
-  Area soggetta a dilavamento diffuso
-  Area di evoluzione del fenomeno franoso

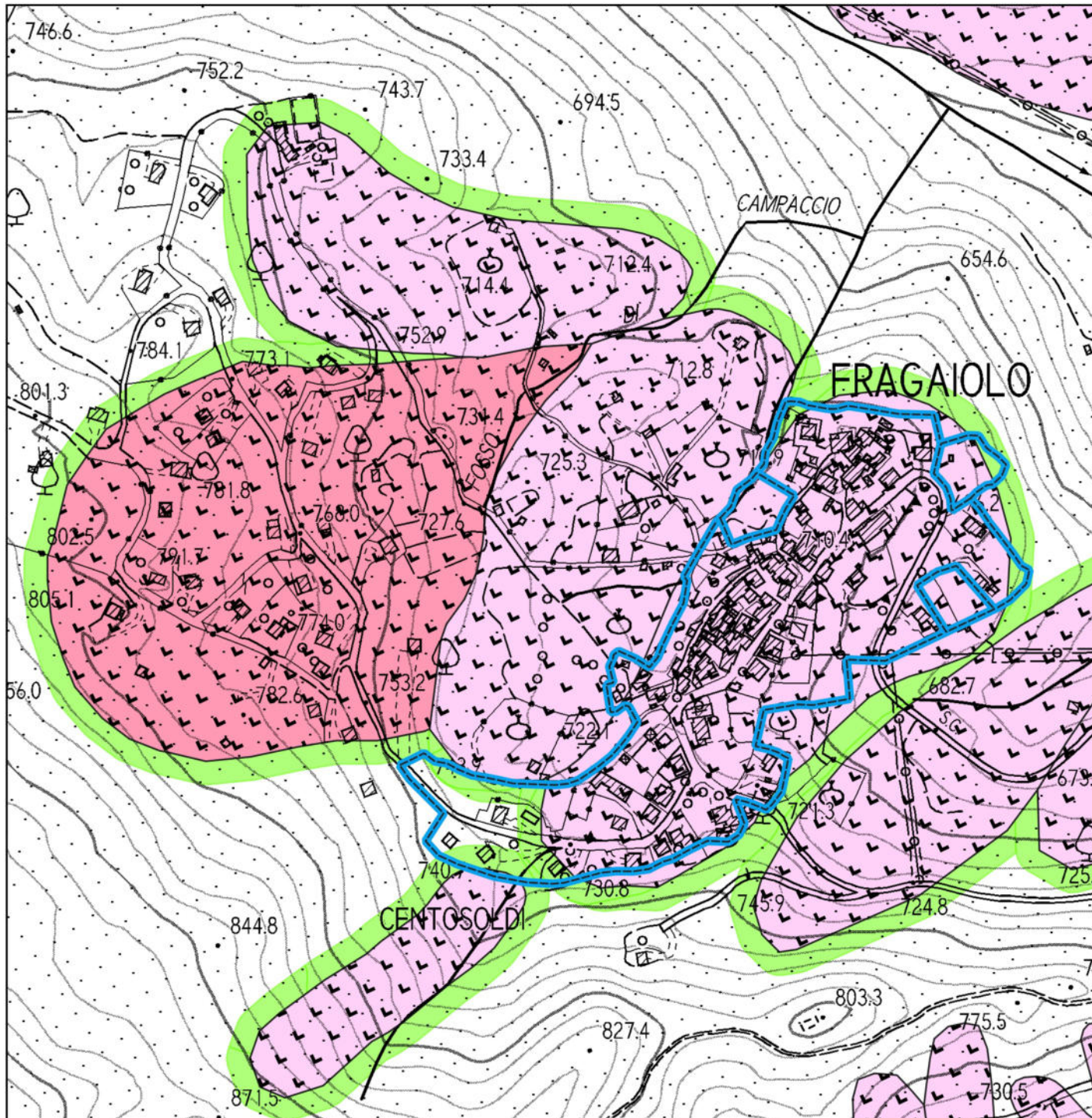
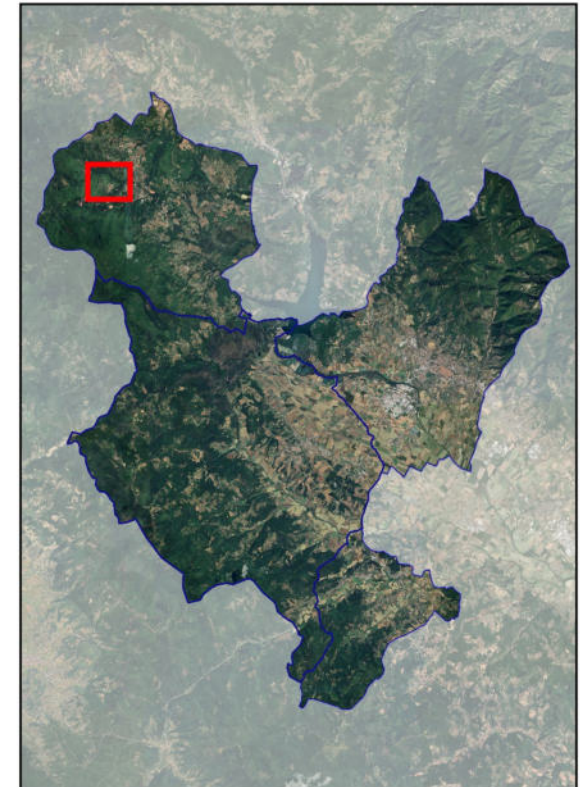
I corpi di frana includono la zona di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo

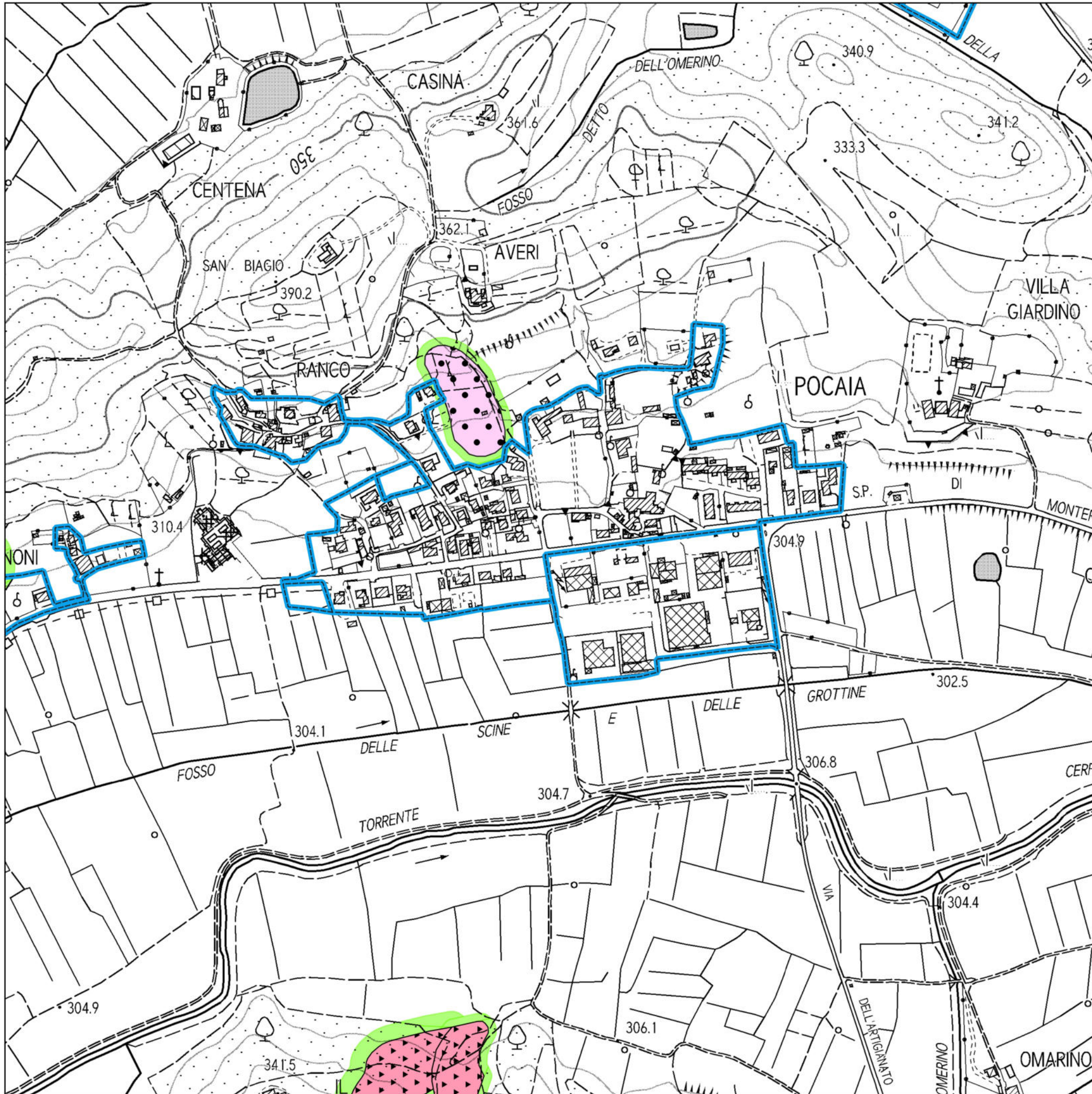


**COMUNE DI CAPRESE MICHELANGELO
LOCALITÀ FRAGAIOLO
SCALA 1:5.000**





-  Territorio urbanizzato
-  Frana complessa attiva
-  Frana complessa quiescente
-  Area di evoluzione del fenomeno franoso

I corpi di frana includono la zona di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo

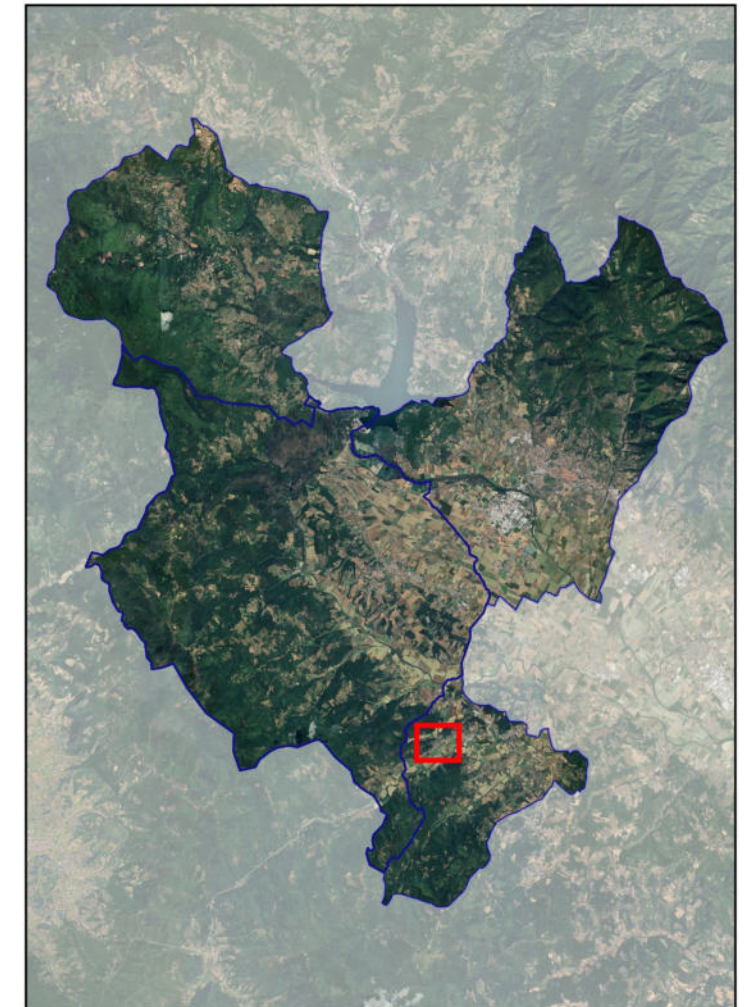










**COMUNE DI MONTERCHI
LOCALITÀ POCAIA
SCALA 1:5.000**

-  Territorio urbanizzato
-  Soliflusso
-  Frana di scorrimento quiescente
-  Area di evoluzione del fenomeno franoso

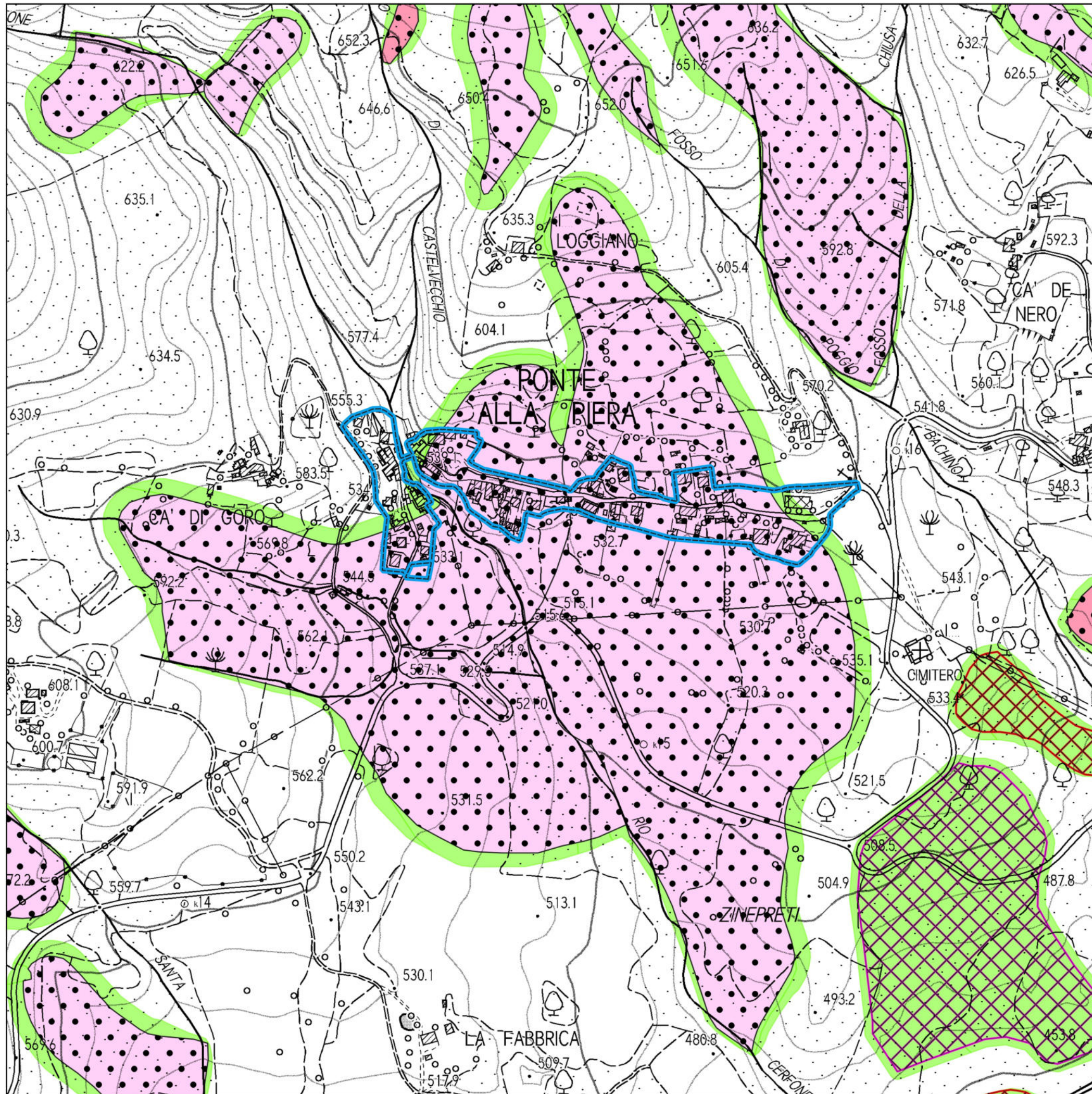
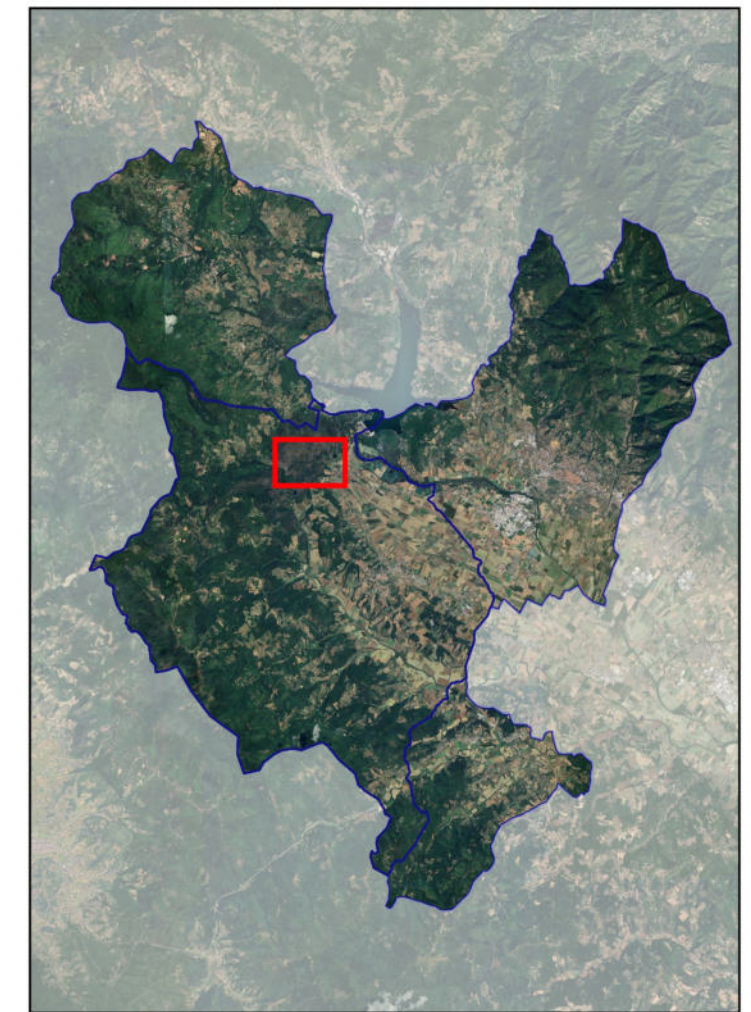
I corpi di frana includono la zona di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo

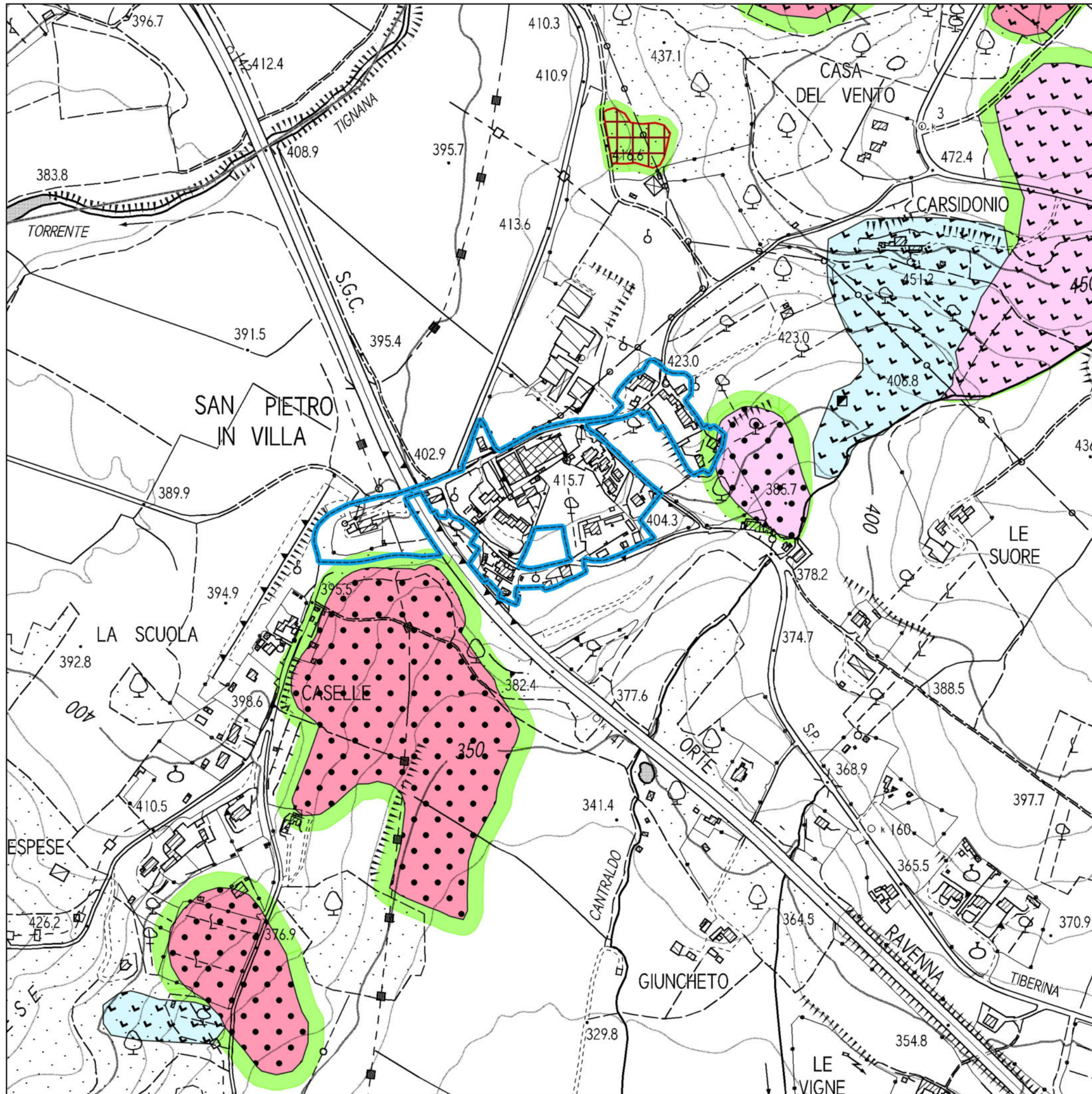


**COMUNE DI ANGIARI
LOCALITÀ PONTE ALLA PIERA
SCALA 1:5.000**



-  Territorio urbanizzato
-  Area a franosità diffusa attiva
-  Area a franosità diffusa quiescente
-  Frana di scorrimento attiva
-  Frana di scorrimento quiescente
-  Area di evoluzione del fenomeno franoso

I corpi di frana includono la zona di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo

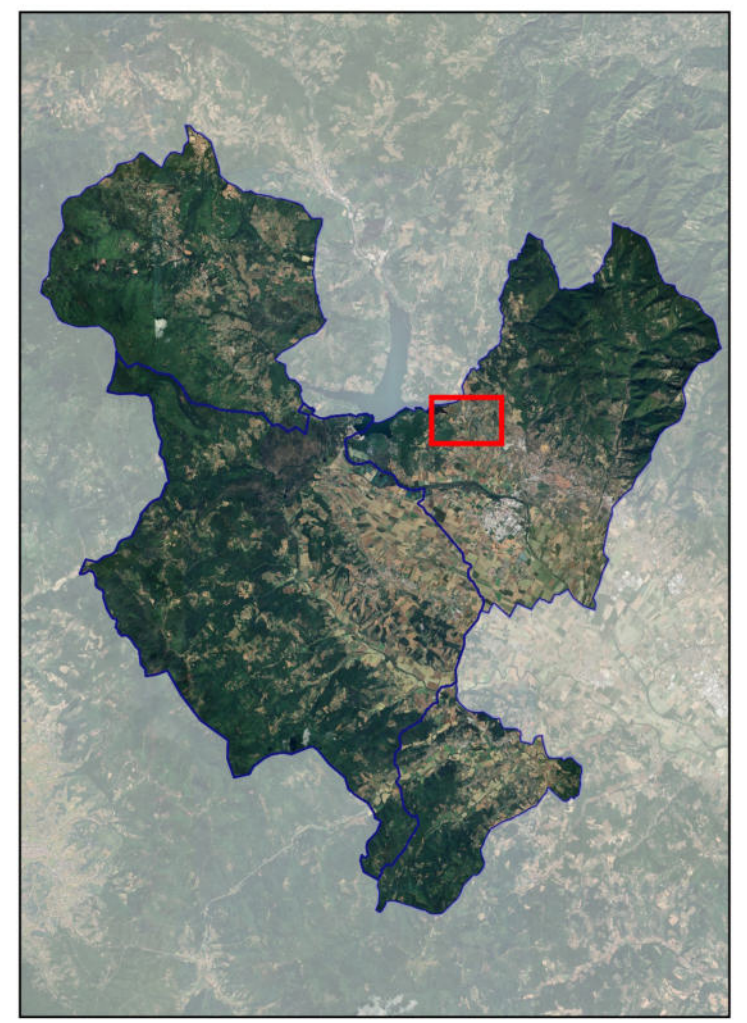




**COMUNE DI SANSEPOLCRO
LOCALITÀ SAN PIETRO IN VILLA
SCALA 1:5.000**

-  Territorio urbanizzato
-  Frana di scorrimento attiva
-  Frana di scorrimento quiescente
-  Frana complessa attiva
-  Frana complessa inattiva
-  Frana complessa quiescente
-  Area soggetta a dilavamento diffuso
-  Area di evoluzione del fenomeno franoso

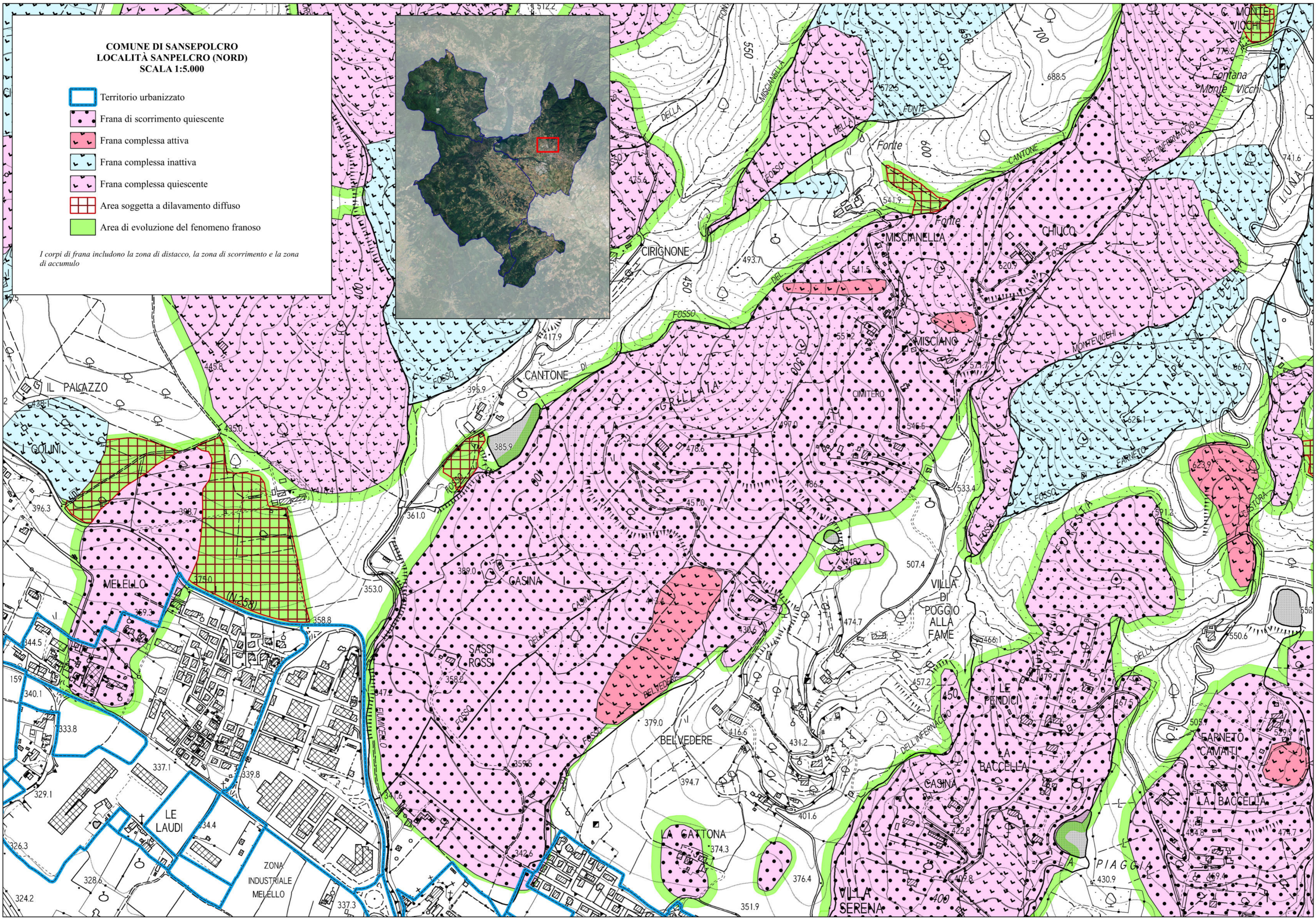
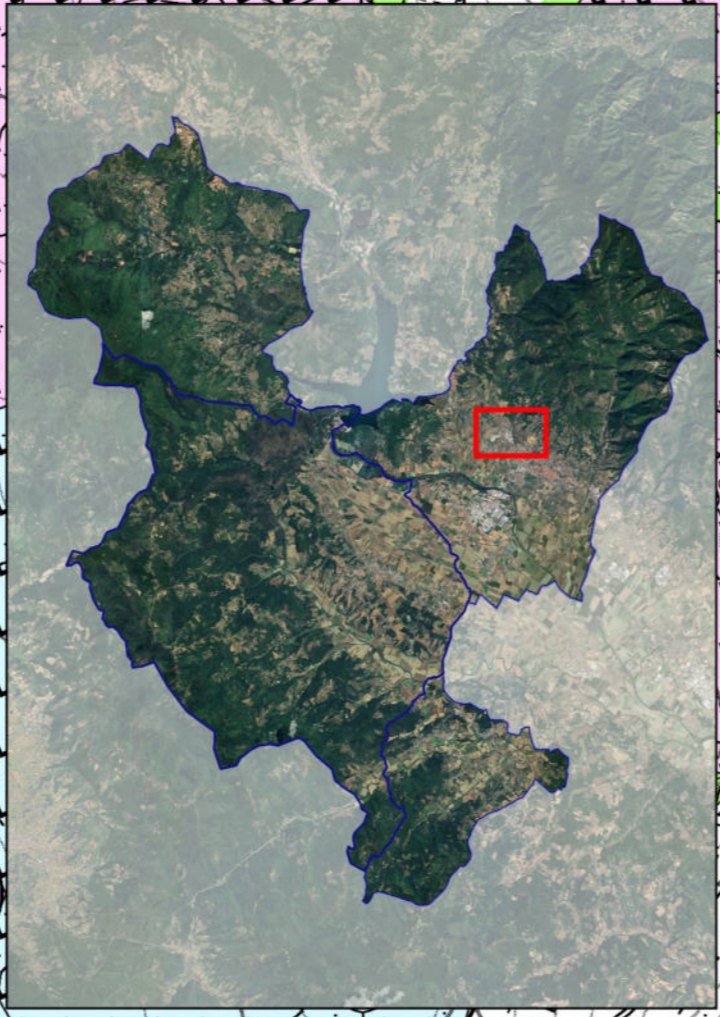
I corpi di frana includono la zona di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo

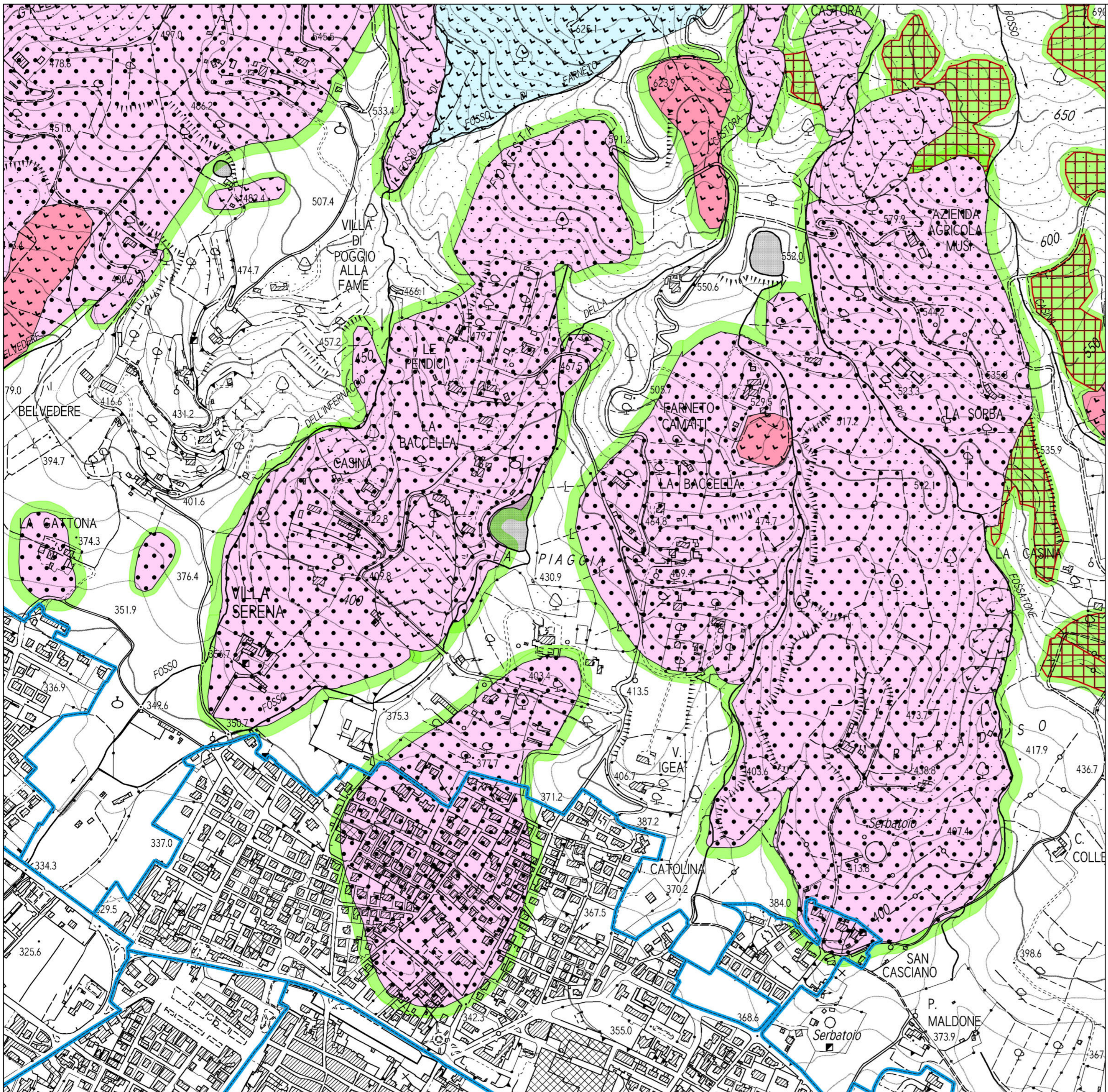


COMUNE DI SANSEPOLCRO
LOCALITÀ SANPELFCRO (NORD)
SCALA 1:5.000








-  Territorio urbanizzato
-  Frana di scorrimento quiescente
-  Frana complessa attiva
-  Frana complessa inattiva
-  Frana complessa quiescente
-  Area soggetta a dilavamento diffuso
-  Area di evoluzione del fenomeno franoso

I corpi di frana includono la zona di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo





**COMUNE DI SANSEPOLCRO
LOCALITÀ SANSEPOLCRO (NORD-EST)
SCALA 1:5.000**

-  Territorio urbanizzato
-  Frana di scorrimento quiescente
-  Frana complessa attiva
-  Frana complessa inattiva
-  Frana complessa quiescente
-  Area soggetta a dilavamento diffuso
-  Area di evoluzione del fenomeno franoso

I corpi di frana includono la zona di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo



