



---

## COMUNE DI CASOLE D'ELSA

---

### PROGRAMMA DI MIGLIORAMENTO AGRICOLO AMBIENTALE LOCALITA' QUERCETO

\*\*\*\*\*

**INDAGINE GEOLOGICA AI SENSI DELLA L.R. N.1 DEL 3/01/2005 COME  
DA REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE DELL'ART. 62 IN MATERIA DI  
INDAGINI GEOLOGICHE DI CUI AL D.P.G.R.T. N. 53/R DEL 25/10/2011**

#### AGGIORNAMENTO RELAZIONE GEOLOGICA

---

*Richiedente:*

**Castello di Casole S.r.l.**

---

Siena, dicembre 2018

**GEOSOL s.r.l.**  
**Dott. Geol. Mauro Cartocci**

**GEOSOL s.r.l.**

Viale Europa 31  
53100 Siena  
Tel. 0577.44470  
Fax 0577.222011

e-mail: [studio@geosol.it](mailto:studio@geosol.it)

Partita IVA IT 00707530523  
CCIAA Siena n. 85428  
Isc. Trib. Siena n.6345 Vol.8133



archivio:  
**6431**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INTERVENTI IN PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ASPETTI GEOLOGICI .....</b>	<b>3</b>
	3.1 <i>Depositi olocenici .....</i>	<i>3</i>
	3.2 <i>Depositi marini pliocenici .....</i>	<i>4</i>
	3.3 <i>Depositi marini miocenici .....</i>	<i>4</i>
	3.4 <i>Dominio ligure interno .....</i>	<i>4</i>
	3.5 <i>Dominio ligure esterno .....</i>	<i>5</i>
<b>4</b>	<b>ASPETTI GEOMORFOLOGICI .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>SENSIBILITÀ DEGLI ACQUIFERI – PTCP2010 .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA .....</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>PERICOLOSITA' IDRAULICA .....</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA).....</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>ADEGUAMENTO DEL PMAA AI PAI .....</b>	<b>10</b>
<b>10</b>	<b>indagine geognostica e sismica.....</b>	<b>11</b>
	10.1 <i>San Pietro .....</i>	<i>11</i>
	10.2 <i>La Miniera .....</i>	<i>14</i>
	10.3 <i>San Francesco .....</i>	<i>18</i>
	10.4 <i>Il Campino .....</i>	<i>20</i>
	10.5 <i>Borratelli .....</i>	<i>22</i>
	10.6 <i>Poggio Alto .....</i>	<i>24</i>
<b>11</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GETECNICA E STABILITÀ Versante .....</b>	<b>26</b>
	11.1 <i>Poggio alto .....</i>	<i>26</i>
	11.2 <i>la Miniera .....</i>	<i>30</i>
	11.3 <i>San Francesco .....</i>	<i>34</i>
<b>12</b>	<b>FATTIBILITA' .....</b>	<b>39</b>

## 1 PREMESSA

La presente indagine geologica è stata redatta a supporto della variante al Programma di Miglioramento Agricolo Ambientale inerente i terreni di proprietà del Castello di Casole S.r.l. posti nel Comune di Casole d'Elsa; in particolare è prevista la realizzazione di sei interventi come visibile nelle figure 1, e 2.

Lo studio è stato condotto secondo quanto previsto dalle nuove direttive tecniche sulle modalità di esecuzione delle indagini geologiche previste dal Decreto del Presidente della Giunta Regionale Toscana n°53/R del 25 ottobre 2011 "Regolamento di attuazione dell'art.62 L.R. del 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio)" e secondo la Legge Regionale n.65 del 10 novembre 2014 "Norme per il Governo del Territorio".

Tale regolamento disciplina le direttive tecniche per le indagini atte a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico, geomorfologico e sismico per definire la classe di fattibilità delle previsioni in funzione della nuova destinazione di utilizzo delle aree.

Per quanto riguarda gli aspetti sismici la presente relazione si attiene al D.G.R.T. n°431 del 19 giugno 2006 in attuazione al D.M. del 14 settembre 2005 e O.P.C.M. n°3519 del 28 aprile 2006 ed alla **Del. GRT n° 878 del 8/10/2012** (pubblicata su BURT Parte Seconda n. 43 del 24.10.2012 Supplemento n. 136); in base a tale normativa tutto il territorio regionale viene considerato sismico e distinto in differenti zone sulla base del differente grado di pericolosità di base.

Gli interventi in progetto ricadono tutti in terreni **sottoposti a vincolo idrogeologico** ai sensi del R.D.L. n°3267 del 30/12/1923 e *regolamentato dalla L.R. n.39 del 21/03/2000 e relativo Regolamento di Attuazione*) come visibile nella figura 3.

## 2 INTERVENTI IN PROGETTO

Con il presente PMAA si prevede la realizzazione di nuove edificazioni nel territorio aperto nelle aree di seguito elencate:

Interventi
San Pietro
La Miniera
San Francesco
Il Campino
Borratelli
Poggio Alto

## 3 ASPETTI GEOLOGICI

Allo scopo di evidenziare le caratteristiche geologiche, è stato eseguito un rilevamento di dettaglio che ha interessato le aree oggetto di intervento (fig.4-4°-4b-4c); di seguito viene riportata la stratigrafia dei terreni affioranti nelle aree di intervento:

### 3.1 DEPOSITI OLOCENICI

#### **Deposito di versante (aa)**

Accumuli lungo i versanti di frammenti litoidi, eterometrici, angolosi, talora stratificati, con matrice sabbiosa o sabbiosa-limoso.

#### **Deposito alluvionale attuale (b)**

Depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi alluvionali, rinvenibili lungo il corso dei fiumi e torrenti, depositi in tempi recenti o attuali e tutt'ora soggetti alle dinamiche idrauliche dei corsi d'acqua. L'altezza di questi depositi sugli alvei attuali non supera i 5 m.

### ***Deposito alluvionale terrazzato (bna)***

Si tratta di depositi alluvionali terrazzati, reinciati, e affioranti prevalentemente lungo le valli dei Fiumi e Torrenti. Sono costituiti da ciottolame, ghiaie, sabbie e limi, con clasti scarsamente cementati ed embriciati. I terrazzi alluvionali olocenici sono distribuiti sull'alveo fluviale a quote variabili di norma non superiori ai 30 m.

### **3.2 DEPOSITI MARINI PLIOCENICI**

#### ***Sabbie di San Vivaldo (PLIs)***

La formazione è costituita da arenarie, sabbie e sabbie argillose gialle localmente stratificate e con rari livelli e lenti di ciottoli di piccole dimensioni. ETA': Zancleano-Piacenziano.

### **3.3 DEPOSITI MARINI MIOCENICI**

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

#### ***Calccare di Rosignano p.p. (ROS)***

La formazione è costituita prevalentemente dai Conglomerati di Villa Mirabella (ROSa), con clasti carbonatici provenienti dai litotipi del substrato pre-neogenico, di dimensioni molto variabili ma mediamente compresi fra i 4 e gli 8 cm., di norma sub-arrotondati, immersi in matrice sabbioso-argillosa. Ai conglomerati appaiono associati, in due affioramenti limitati, dei calcari e calciruditi (ROSb – Calcari di Castelnuovo) di ambiente marino di acque basse caratterizzati da litotipi carbonatici e carbonato-clastici. ETA': Messiniano inf.

#### **Depositi lacustri del turoliano inf. (tortoniano sup.)**

#### ***Argille del Torrente Fosci (FOS).***

Le argille del Torrente Fosci è costituita da argille massicce grigie, talvolta con sottili intercalazioni di arenarie, di conglomerati minuti e più raramente marne. Si rinvencono facilmente lenti e livelli di lignite con intercalazioni di

arenarie e conglomerati. La formazione presenta nell'area di studio, intercalazioni di livelli di arenarie appartenenti alla formazione del Torrente Sellate. ETA': Turoliano inf.

#### ***Formazione del Torrente Sellate***

Le arenarie (SLER) si trovano interdigitate con le altre litofacies della Formazione del Torrente Sellate o in lenti all'interno delle Argille del Torrente Fosci. Si tratta di arenarie dal colore giallo ocra a luoghi incoerenti, a grana media/grossolana, con livelli e lenti di conglomerati generalmente costituiti da elementi minuti, eterogenei e ben elaborati. Si possono rinvenire livelli di argille torbose e lignite. La stratificazione è evidente. ETA': Tortoniano sup.-Messiniano inf. (Turoliano)

### **3.4 DOMINIO LIGURE INTERNO**

#### ***Argille a palombini (APA)***

Dal punto di vista litologico la formazione è costituita da calcilutiti grigio ferro ("Palombini") e banchi e strati di argilliti laminitiche grigio-marroni molto scure; decisamente subordinati a questi, si ritrovano anche strati di calcilutiti marnose grigio-scuro, calcareniti arenacee e quarzareniti e siltiti gradate. Generalmente la frazione argillitica prevale sui calcari, che si presentano spesso fratturati e dislocati. ETA': Cretacico inf.

#### ***Calcari a Calpionelle (CCL)***

Formano pochi affioramenti in strati poco spessi e laminati da contatti tettonici con le altre formazioni dell'Unità. Sono costituiti da calcilutiti grigio chiare con intercalazioni di argilliti e marne, suddivise in banchi di spessore variabile da 50 cm a 1 m. ETA': Cretacico inf.

#### ***Diaspri (DSD)***

In prevalenza sono costituiti da straterelli decimetrici o centimetrici di Radiolariti rosse cui si intercalano lamine di argilliti silicee. ETA': Malm

**Basalti ( $\beta$ )**

Basalti a grana media e fine piuttosto uniforme, colore verde bruno uniforme. Caratteristica è la struttura a pillow-lava: la massa rocciosa è suddivisa in porzioni subsferiche, schiacciate e risaldate. Non si riconoscono effetti legati a metamorfismo, che caratterizzano invece le altre formazioni dell'Unità tettonica. ETA': Giurassico sup

**Gabbri ( $\Gamma$ )**

Trattasi in prevalenza di masse di gabbro isotropo da grana media a grana medio-grossa. Hanno subito una prima fase metamorfica di tipo oceanico e una successiva fase in scisti verdi. ETA': Giurassico

**Serpentiniti ( $\Sigma$ )**

Costituiscono masse di dimensioni variabili, e raramente conservano rapporti primari con le altre formazioni. Si tratta di Peridotiti serpentinite con filoni gabbrici e basaltici, di colore variabile dal verde chiaro al verde molto scuro. Sono state interessate da metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione. ETA': Giurassico

**3.5 DOMINIO LIGURE ESTERNO****Unità' dei "flysch a Elmintoidi" e di Ottone****Formazione di Lanciaia (CAA)**

La formazione di Lanciaia E' costituita da argilliti e siltiti (CAAa) cui si associano varie litofacies:

(CAAb) brecce poligeniche ad elementi ofiolitici e diasprigni, clasto-sostenute, con elementi di dimensioni variabili da pochi mm ad alcuni m;

(CAAc) calcari marnosi, marne, calcilutiti di colore bianco avana in bancate potenti fino a 3 m. e in subordine argilliti e arenarie calcaree;

(CAAr) Arenarie con siltiti, calcari marnosi e marne.

ETA': Eocene inf.-medio.

In particolare nelle aree oggetto del presente PMAA affiorano le seguenti formazioni geologiche:

<b>Intervento</b>	<b>Formazione geologica affiorante</b>
San Pietro	<i>Formazione di Lanciaia (CAAb) brecce poligeniche ad elementi ofiolitici e diasprigni Deposito alluvionale terrazzato (bna)</i>
La Miniera	<i>Formazione di Lanciaia (CAAb) brecce poligeniche ad elementi ofiolitici e diasprigni</i>
San Francesco	<i>Deposito di versante (aa) Conglomerati di Villa Mirabella (ROSa)</i>
Il Campino	<i>Formazione di Lanciaia (CAAc) calcari marnosi, marne, calcilutiti</i>
Borratelli	<i>Formazione di Lanciaia (CAAc) calcari marnosi, marne, calcilutiti</i>
Poggio Alto	<i>Deposito di versante (aa)</i>

**4 ASPETTI GEOMORFOLOGICI**

Di seguito vengono descritti brevemente gli elementi cartografati, visibili in figura 5,5a-5b-5c, e le caratteristiche evolutive che questi hanno nel contesto geomorfologico:

**Depositi superficiali.** Sono rappresentati da depositi alluvionali recenti e attuali e da alluvioni terrazzate, nonché da depositi di versante di materiale sciolto.

– *Depositi alluvionali recenti e attuali:* gli elementi che costituiscono questi sedimenti presentano dimensioni variabili in funzione sia dell'ampiezza e dell'acclività del bacino imbrifero sia del regime di portata del corso d'acqua stesso. Sono rinvenibili lungo il corso dei fiumi e torrenti, deposti in tempi recenti o attuali e tutt'ora soggetti alle dinamiche idrauliche dei corsi d'acqua. Si tratta di depositi ghiaiosi e sabbiosi subordinatamente limosi, alluvionali. L'altezza di questi depositi sugli alvei attuali non supera i 5 m.

– *Alluvioni terrazzate:* sono formate da successivi eventi di deposito ed erosione di un corso d'acqua che, divagando da un lato all'altro del fondovalle, può incidere di nuovo, lentamente, materiali antichi già deposti. Affiorano prevalentemente lungo le valli dei Fiumi e dei Torrenti e sono costituiti da ciottolame, ghiaie, sabbie e limi, con clasti scarsamente cementati ed embriciati. I terrazzi alluvionali olocenici sono distribuiti sull'alveo fluviale a quote variabili di norma non superiori ai 30 m. Poiché le loro superfici si trovano ad un livello superiore rispetto a quello dei depositi alluvionali recenti, difficilmente sono soggette a fenomeni d'inondazione; laddove evidenti, sono riportate in cartografia le zone di bordo in cui le scarpate possono costituire un elemento di instabilità.

I depositi alluvionali terrazzati antichi sono infine stati individuati a quote più alte rispetto all'attuale sistema vallivo, e rimangono come aree sub-pianeggianti sospese a varie quote sui corsi d'acqua. Spesso i processi erosivi ne hanno determinato l'isolamento dai depositi alluvionali attuali.

– *Deposito di versante.* Accumuli lungo i versanti di frammenti litoidi, eterometrici, angolosi, talora stratificati, con matrice sabbiosa o sabbioso-limosa.

**Morfologie e processi gravitativi.** Comprendono discontinuità morfologiche, movimenti superficiali di suolo e frane per scorrimento traslativo e crollo.

– *Scarpate.* Sono definibili come rotture dei pendii, con aumento dell'acclività e sono legate al grado di erosione dei terreni affioranti, influenzata o meno dalla differenza di competenza fra le litologie che qui vengono a contatto. Nella redazione della carta geomorfologica, si è preferito distinguere le scarpate non tanto sulla base della loro origine, quanto sulla loro attività, evidenziando quindi la potenziale o reale influenza sulla stabilità dei versanti e la conseguente pericolosità geomorfologica derivante: le *scarpate di degradazione con indizi di instabilità* rappresentano infatti elementi di discontinuità nello sviluppo del versante e individuano aree in cui sono in atto processi geomorfologici di crollo e movimenti gravitativi verso valle; le *scarpate di origine mista senza indizi di instabilità* e le *creste* distinguono al contrario caratteri morfologici del territorio in condizioni di equilibrio gravitativo.

– *Frane.* per frana si intende un movimento più o meno rapido di masse rocciose o di materiali sciolti, dovuto all'effetto prevalente della forza di gravità su materiali con caratteristiche litologiche scadenti o localmente deteriorate dalla presenza di acque superficiali, da fratture degli ammassi rocciosi o da attività antropiche. In una frana si riconosce la zona di distacco, da cui si è spostato il materiale, di solito incavata nel versante, delimitata a monte da una scarpata, e la zona d'accumulo, sede del materiale avente una disposizione spesso caotica. Le frane non cartografabili sono state individuate con simbolo puntuale.

Le Aree a *franosità diffusa* individuano invece quei versanti o porzioni di versante in cui i processi gravitativi non sono riconducibili ad un corpo di frana ben distinguibile ma piuttosto ad uno scivolamento generale verso valle attraverso un insieme articolato di piccole frane e smottamenti. Le frane sono state distinte anche in base alla loro attività desunta da evidenze geomorfologiche di campagna: a) Frane attive: mostrano segni di attività in atto o recente, b) Frane quiescenti: sono innescate da processi geomorfologici che non avendo esaurito le loro evoluzioni hanno la possibilità di riattivarsi.

– *Soliflussi*: si sono indicati con questo nome i processi gravitativi lenti coinvolgenti la parte più superficiale di suolo, particolarmente frequenti su terreni agricoli anche a debole pendenza su formazioni pelitiche Plioceniche e Mioceniche.

**Forme di dilavamento e dissoluzione.** Comprendono le aree soggette ad erosione diffusa o concentrata e i calanchi.

– *Aree soggette a dilavamento ed erosione.* Si tratta di zone in cui prevale un'erosione a rigagnoli; data la scarsa densità e le dimensioni di queste incisioni, che non permettono la loro distinzione nelle foto aeree, si è proceduto, quindi, ad accorpate le aree caratterizzate da tale tipo di fenomeno.

– *Calanchi.* Sono forme d'erosione tipiche di aree collinari nelle quali, al di sopra delle argille, si trova una copertura costituita da una litologia sabbiosa che mantiene nel versante l'inclinazione necessaria all'instaurarsi dei fenomeni di ruscellamento superficiale. Normalmente, quindi, tali forme si sviluppano sui fianchi dei versanti che presentano una serie di incisioni, approfondite, allungate e ramificate, in modo da formare una fitta rete di vallecole separate da strette creste e microversanti; tali forme rappresentano il risultato di un'erosione ancora più accentuata, rispetto a quella di tipo areale. Quando vengono meno i fenomeni che concorrono a mantenere la giusta inclinazione del versante, la tettonica e il clima, le forme calanchive evolvono in forme dette "invecchiate" nelle quali il segno evidente della disattivazione del fenomeno è lo svilupparsi, nelle vallecole, di una copertura vegetale.

Intervento	Processo geomorfologico
San Pietro	<i>In parte ricade all'interno dei Depositi alluvionali terrazzati</i>
La Miniera	<i>Non presente</i>
San Francesco	<i>Depositi di versante.</i>
Il Campino	<i>Non presente</i>
Borratelli	<i>Non presente</i>
Poggio Alto	<i>Depositi di versante.</i>

## 5 SENSIBILITÀ DEGLI ACQUIFERI – PTCP2010

Il presente PAPMAA recepisce completamente la disciplina del PTCP della Provincia di Siena in materia di protezione degli acquiferi sensibili. Nelle aree degli interventi si fanno valere i vincoli alla trasformazione relativi alle Aree Sensibili di classe 1 e 2 del PTCP2010 sulla base della permeabilità delle rocce costituenti il substrato e definite come di seguito specificato, per le quali valgono prescrizioni specifiche indirizzate alla tutela e conservazione degli acquiferi sotterranei:

- classe di Sensibilità 1 - corrisponde alle "Aree a vincolo elevato"
- classe di Sensibilità 2 - corrisponde alle "Aree a vincolo medio"

Gli interventi di trasformazione previsti dalla presente variante ricadenti in aree sensibili di classe 1 o 2 saranno soggetti alle restrizioni e prescrizioni di cui rispettivamente agli Art. 10 par. 10.1.2 e 10.1.3 delle Discipline PTCP2010 di Siena.

In particolare le aree oggetto del presente PAPMAA ricadono nelle seguenti classi di sensibilità come visibile anche in figura 6:

Intervento	Classe di sensibilità
San Pietro	<i>Classe di Sensibilità 2</i>
La Miniera	<i>Classe di Sensibilità 2</i>
San Francesco	<i>Nessuna classe di sensibilità</i>
Il Campino	<i>Classe di Sensibilità 2</i>
Borratelli	<i>Classe di Sensibilità 2</i>
Poggio Alto	<i>Nessuna classe di sensibilità</i>

## 6 PERICOLOSITA' GEOLOGICA

In figura 7 si riporta la carta della pericolosità geologica redatta ai sensi Decreto del Presidente della Giunta Regionale n°53/R del 25 ottobre 2011 in attuazione dell'art. 62 della L.R. n.1 del 3/01/2005. Di seguito sono elencate Le classi di pericolosità individuate nel territorio e le relative descrizioni:

### • CLASSE G.2 - PERICOLOSITÀ GEOLOGICA MEDIA

Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

### • CLASSE G.3 - PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ELEVATA

Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.

### • CLASSE G.4 - PERICOLOSITÀ GEOLOGICA MOLTO ELEVATA

Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi.

In particolare le aree oggetto del presente PAPMAA ricadono nelle seguenti classi di pericolosità geologica:

Intervento	Pericolosità geologica
San Pietro	<i>Classe G.2 - pericolosità geologica media</i>
La Miniera	<i>Classe G.3 - pericolosità geologica elevata</i>
San Francesco	<i>Classe G.2 - pericolosità geologica media</i> <i>Minima parte ricade in Classe G.3 - pericolosità geologica elevata</i>
Il Campino	<i>Classe G.2 - pericolosità geologica media</i>
Borratelli	<i>Classe G.2 - pericolosità geologica media</i>
Poggio Alto	<i>Classe G.3 - pericolosità geologica elevata</i>

## 7 PERICOLOSITA' IDRAULICA

La Pericolosità idraulica, riportata in figura 8, individua le aree del territorio, limitrofe a corsi d'acqua, sottoposte a rischio di esondazione, attraverso la definizione di 4 classi di pericolosità crescente:

- **CLASSE I.4 - PERICOLOSITÀ IDRAULICA MOLTO ELEVATA**

---

aree interessate da allagamenti per eventi con  $T_r \leq 30$  anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

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

- **CLASSE I.3 - PERICOLOSITÀ IDRAULICA ELEVATA**

---

aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno compresi tra 30 e 200 anni. Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

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

- **CLASSE I.2 - PERICOLOSITÀ IDRAULICA MEDIA**

---

aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno compresi tra 200 e 500 anni. Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a 2 metri rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

- **CLASSE I.1 - PERICOLOSITÀ IDRAULICA BASSA**

---

aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a 2 metri rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

In particolare le aree oggetto del presente PAPMAA ricadono nelle seguenti classi di pericolosità idraulica come visibile anche in figura 8:

Intervento	Pericolosità idraulica
San Pietro	<i>Classe I.1 - pericolosità idraulica bassa</i>
La Miniera	<i>Classe I.1 - pericolosità idraulica bassa</i>
San Francesco	<i>Classe I.1 - pericolosità idraulica bassa</i>
Il Campino	<i>Classe I.1 - pericolosità idraulica bassa</i>
Borratelli	<i>Classe I.1 - pericolosità idraulica bassa</i>
Poggio Alto	<i>Classe I.1 - pericolosità idraulica bassa</i>

## 8 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA)

Per l'area gli interventi del PAPMAA, è stata valutata la pericolosità dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) ai sensi della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49 (<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/alluvioni.html>) come visibile in figura 9.

Intervento	Pericolosità PGRA
San Pietro	<i>Nessuna classe di pericolosità</i>
La Miniera	<i>Nessuna classe di pericolosità</i>
San Francesco	<i>Nessuna classe di pericolosità</i>
Il Campino	<i>Nessuna classe di pericolosità</i>
Borratelli	<i>Nessuna classe di pericolosità</i>
Poggio Alto	<i>Nessuna classe di pericolosità</i>

## 9 ADEGUAMENTO DEL PMAA AI PAI

L'area interessata dal PMAA ricade nei territori delle A.d.B. dei Fiumi Arno e Toscana Costa ed in particolare gli interventi ricadono come visibile in figura 10 nelle seguenti classi di pericolosità geomorfologica definite dai PAI:

Intervento	Pericolosità geomorfologica dei PAI
San Pietro	<i>Nessuna pericolosità geomorfologica</i>
La Miniera	<i>Nessuna pericolosità geomorfologica</i>
San Francesco	<i>Minima parte ricade in Pericolosità geomorfologica elevata PFE (PAI Toscana Costa)</i>
Il Campino	<i>Nessuna pericolosità geomorfologica</i>
Borratelli	<i>Nessuna pericolosità geomorfologica</i>
Poggio Alto	<i>Pericolosità geomorfologica elevata PFE (PAI Toscana Costa)</i>

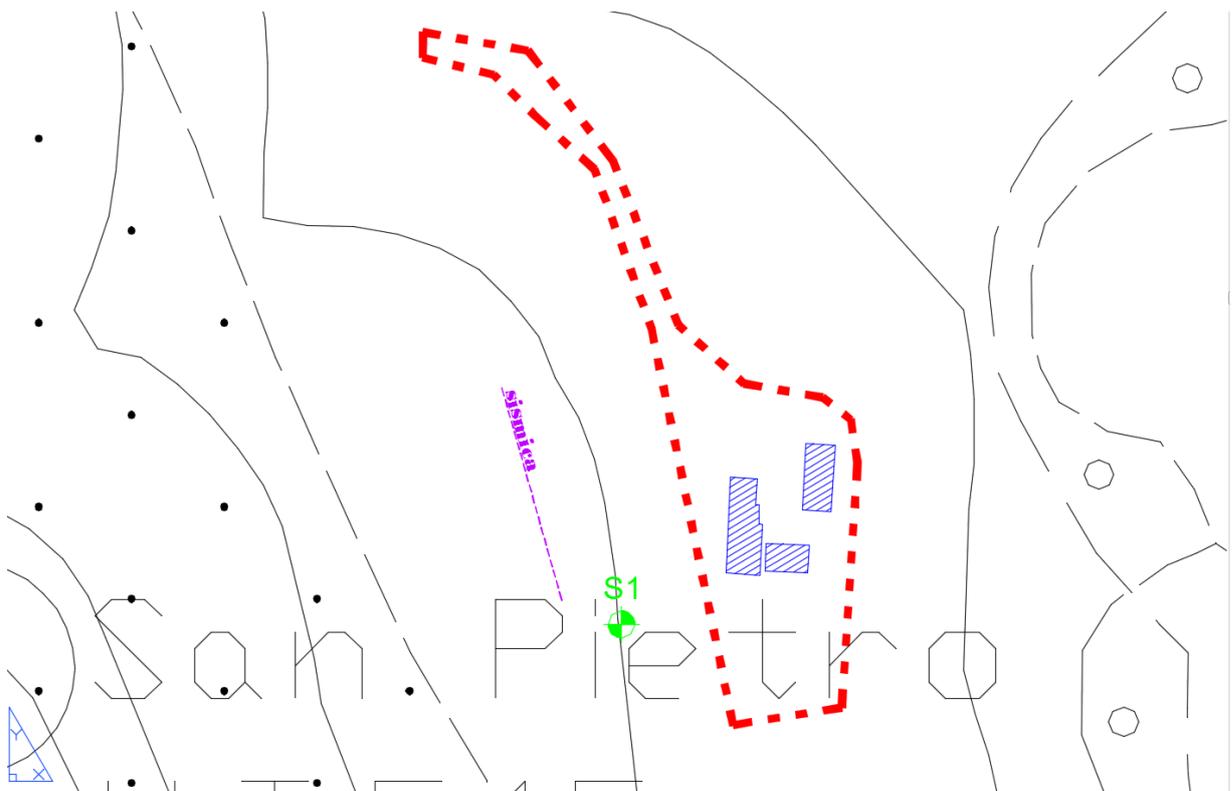
Nelle aree ricadenti in PFE ai sensi del PAI Toscana Costa valgono le prescrizioni di cui all' Art. 14 delle Norme di PAI.

## 10 INDAGINE GEOGNOSTICA E SISMICA

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dagli interventi è stata realizzata una campagna geognostica mediante l'esecuzione di sondaggi geognostici con prelievo di campioni indisturbati e/o SPT. Ubicati come riportato nelle figure sottostanti.

### 10.1 SAN PIETRO

Di seguito viene riportata la stratigrafia di massima del sondaggio geognostico eseguito nell'area in studio.



Sondaggio S1 -		
Profondità in metri		Litologia
0.00	0.70	Terreno vegetale alterato
0.70	7.00	Limi sabbiosi con elementi litoidi di colore marrone
7.00	20.00	Argilliti grigie
Installato piezometro a tubo aperto- FALDA ASSENTE		



Sondaggio 1 / 0.00 m - 5.00 m



Sondaggio 1 / 5.00 m - 10.00 m



Sondaggio 1 / 10.00 m - 15.00 m



Sondaggio 1 / 15.00 m - 20.00 m

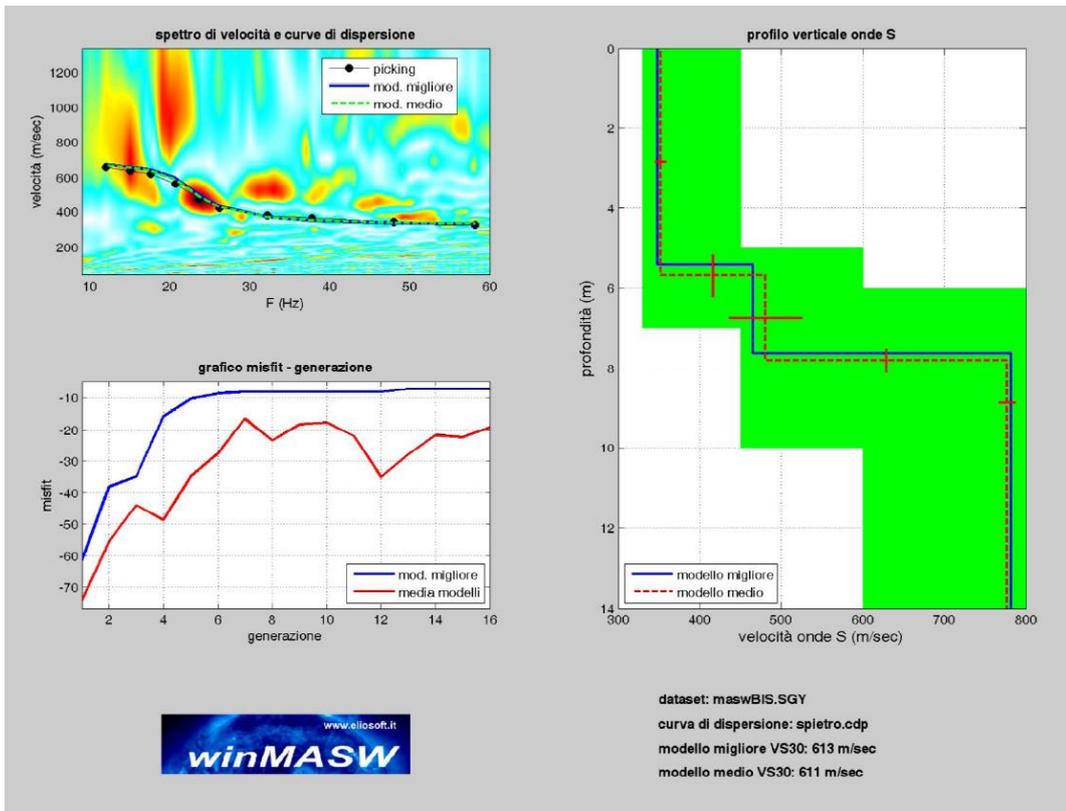
### ***PROVE SPT***

Nel corso della campagna geognostica sono state eseguite n°2 prove in foro Standard Penetration Test; nella tabella sottostante è riportato il risultato delle suddette prove:

SPT						
Sondaggio	Unità	Profondità m	N1	N2	N3	NSPT
<b>S1</b>	<b>B</b>	2,50	4	6	9	15
	<b>C</b>	10.30	23	37	R-8cm	R

### **MASW**

Di seguito si riportano i risultati dell'indagine sismica MASW.



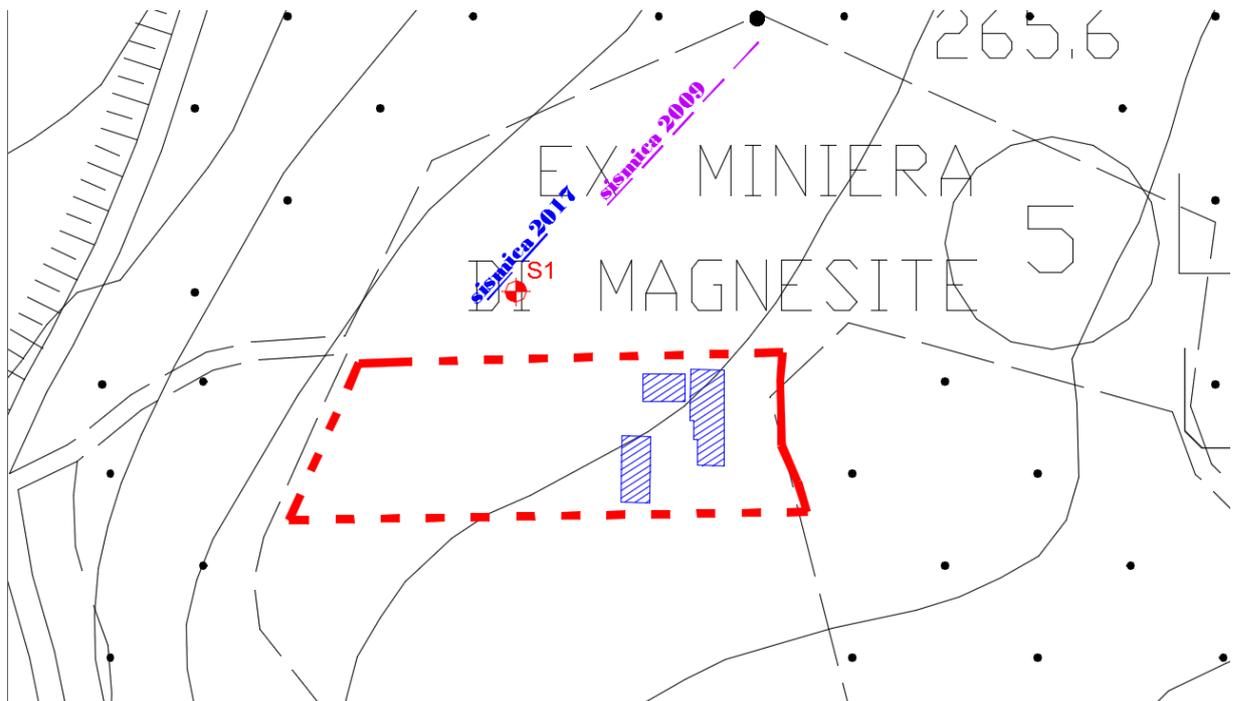
**MASW-SEGNALE NEL DOMINIO DEL TEMPO E DELLA FREQUENZA**

Secondo l'analisi dei dati acquisiti tramite MASW è risultato il seguente valore delle Vs30:

**MASW: VS30 (m/s) = 611**

**10.2 LA MINIERA**

Di seguito viene riportata la stratigrafia di massima del sondaggio geognostico eseguito nell'area in studio..



Sondaggio S1		
Profondità in metri		Litologia
0.00	0.30	Terreno vegetale alterato
0.30	3.60	Gabbro
3.60	13.00	Alternanza di livelli di gabbro e limi argillosi di colore rosso
13.00	13.50	Gabbro
13.50	15.00	Limi argillosi con elementi di gabbro di colore rosso
15.00	15.70	Gabbro
15.70	17.00	Limi argillosi con elementi di gabbro di colore rosso
17.00	17.40	Gabbro
17.40	19.00	Limi argillosi con elementi di gabbro di colore rosso
19.00	20.00	Gabbro
Installato piezometro a tubo aperto - FALDA ASSENTE		



Sondaggio 1 / 0.00 m - 5.00 m



Sondaggio 1 / 5.00 m - 10.00 m



Sondaggio 1 / 10.00 m - 15.00 m



Sondaggio 1 / 15.00 m - 20.00 m

### PROVE SPT

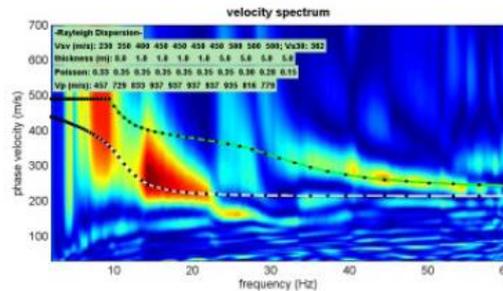
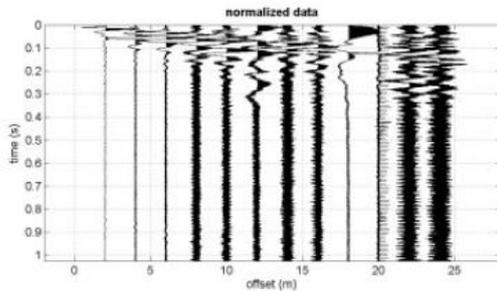
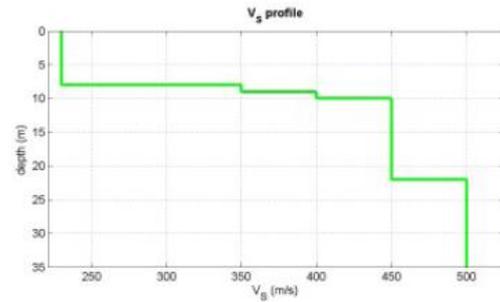
Nel corso della campagna geognostica sono state eseguite n°2 prove in foro Standard Penetration Test; nella tabella sottostante è riportato il risultato della suddetta prova:

SPT						
Sondaggio	Unità	Profondità m	N1	N2	N3	NSPT
<b>S1</b>	<b>B</b>	1.50	13	17	24	41
	<b>B</b>	5.30	7	8	10	18

### ➤ MASW

Di seguito si riportano i risultati dell'indagine sismica MASW.

MASW Campagna geonostica 2017



Mean model

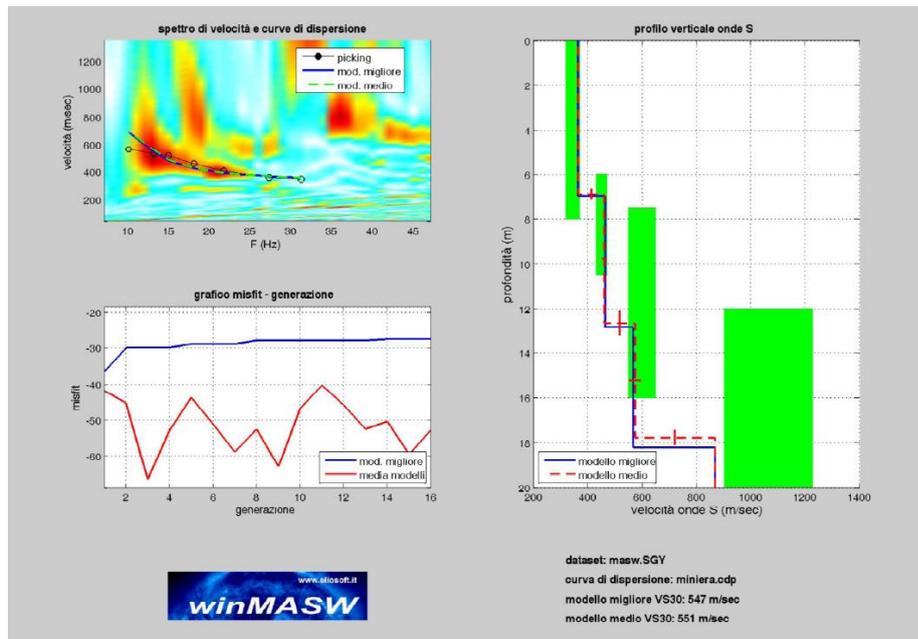
Vs (m/s): 230, 350, 400, 450, 450, 450, 450, 500, 500, 500

Thickness (m): 8.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 5.0, 5.0, 5.0, 5.0

Density (gr/cm3) (approximate values): 1.86 1.98 2.01 2.04 2.04 2.04 2.04 2.04 2.00 1.99

**Vs30 = 362 m/sec**

MASW Campagna geonostica 2009



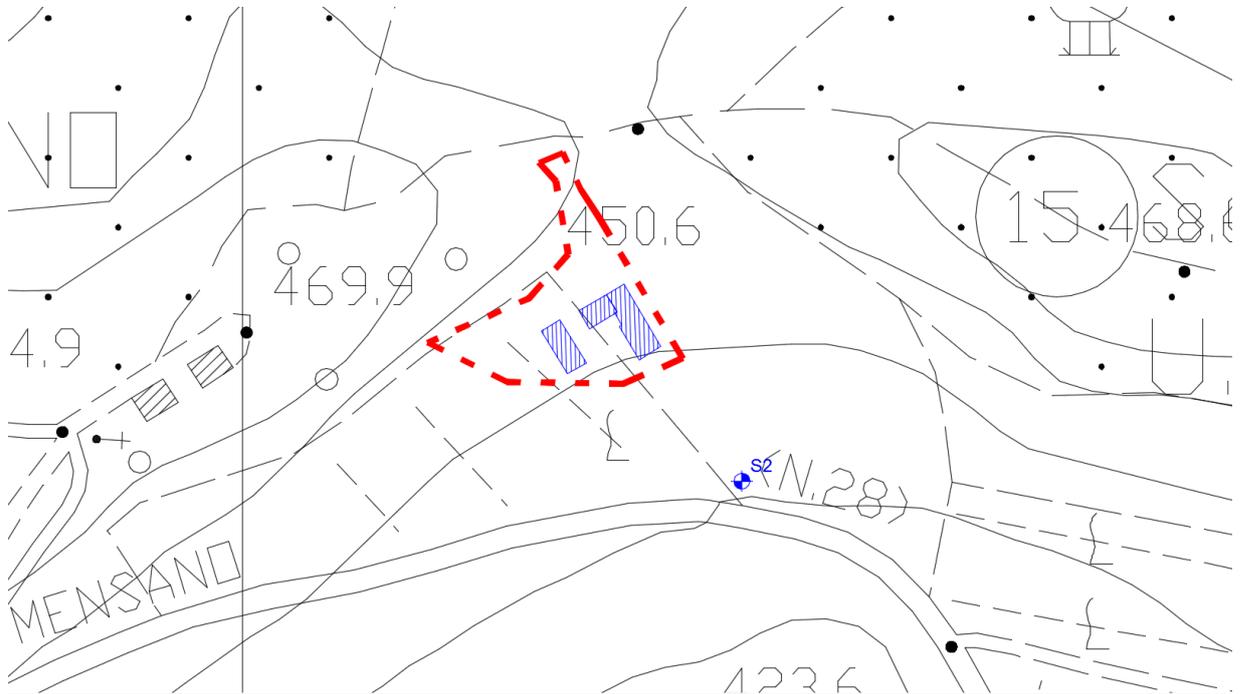
**Vs30 = 547 m/sec.**



### 10.3 SAN FRANCESCO

Di seguito viene riportata la stratigrafia di massima del sondaggio geognostico eseguito nell'area in studio.

Sondaggio S2 -		
Profondità in metri		Litologia
0.00	0.50	Terreno vegetale alterato
0.50	2.50	Limo sabbioso con brecce
2.50	5.70	Limo argilloso sabbioso
5.70	10.00	Argille limose grigie
Installato piezometro a tubo aperto - FALDA ASSENTE		



Sondaggio 2 / 0.00 m - 5.00 m



Sondaggio 2 / 5.00 m - 10.00 m

**PROVE SPT**

Nel corso della campagna geognostica è stata eseguita n°2 prove in foro Standard Penetration Test; nella tabella sottostante è riportato il risultato della suddetta prova:

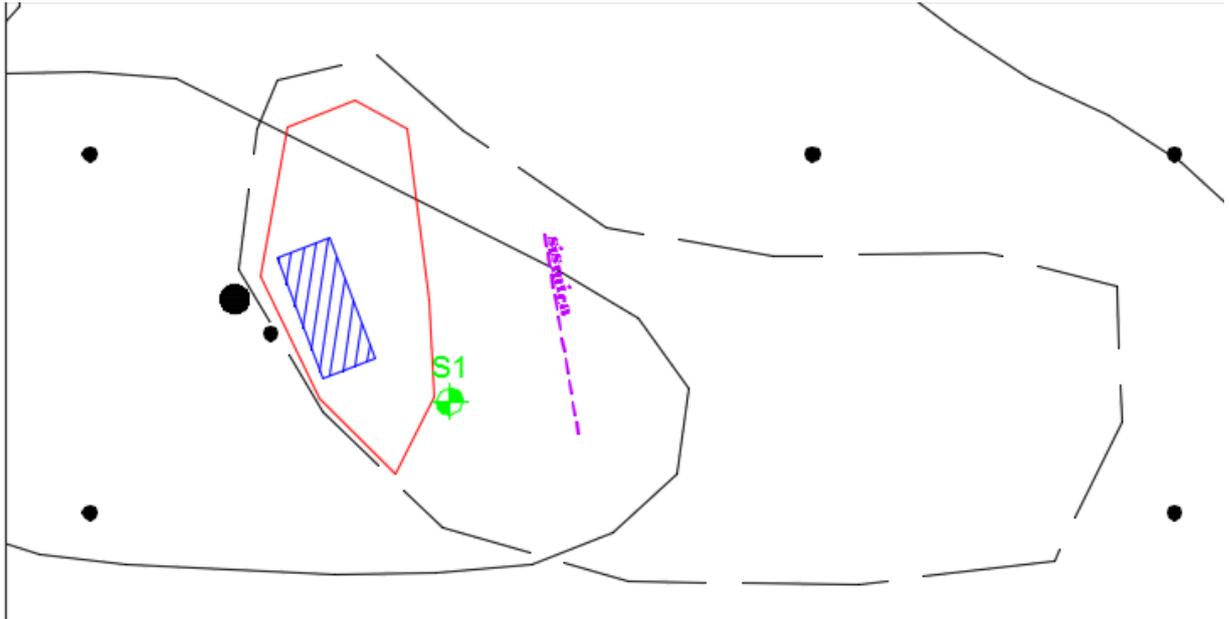
Sondaggio	Profondità m	N1	N2	N3	NSPT
<b>S2</b>	2.50	5	9	10	19
	8.50	18	34	41	75

**ANALISI DI LABORATORIO****Campione S2/C1 (profondità 5.00 m / 5.50 m)**

DESCRIZIONE VISIVA		<i>Argilla con limo</i>	
Contenuto naturale di	$W_n$	18.9%	
Indice dei vuoti	$e$	0.51	
Grado di saturazione	$S_r$	99.9%	
Peso di volume n	$\gamma$	2.08 t/m <sup>3</sup>	
ANALISI GRANULOMETRICA DEL CAMPIONE IN ESAME			
Ghiaia	0.0%		
Sabbia	3.5%		
Limo	34.1%		
Argilla	62.4%		
Prova di Taglio diretto (CD)			
<b>Valori di picco</b>			
Coesione efficace	$C'$	0.28 Kg/cm <sup>2</sup>	
Angolo di attrito	$\phi'$	20.5°	

### 10.4 IL CAMPINO

Di seguito viene riportata la stratigrafia di massima del sondaggio geognostico eseguito nell'area in studio..



Sondaggio S1 -		
Profondità in metri		Litologia
0.00	0.90	Terreno vegetale alterato
0.90	2.00	Sabbie calcaree con elemetni litoidi
2.00	3.00	Argilliti grigie
3.00	5.00	Limo sabbioso argilloso con elementi calcare (calcare fratturato) di colore marrone
5.00	12.10	Calcare con vario grado di fratturazione
12.10	15.00	Argilliti brune
15.00	20.00	Alternanza di calcareniti e argilliti
Installato piezometro a tubo aperto - FALDA ASSENTE		



Sondaggio 1 / 0.00 m - 5.00 m



Sondaggio 1 / 5.00 m - 10.00 m



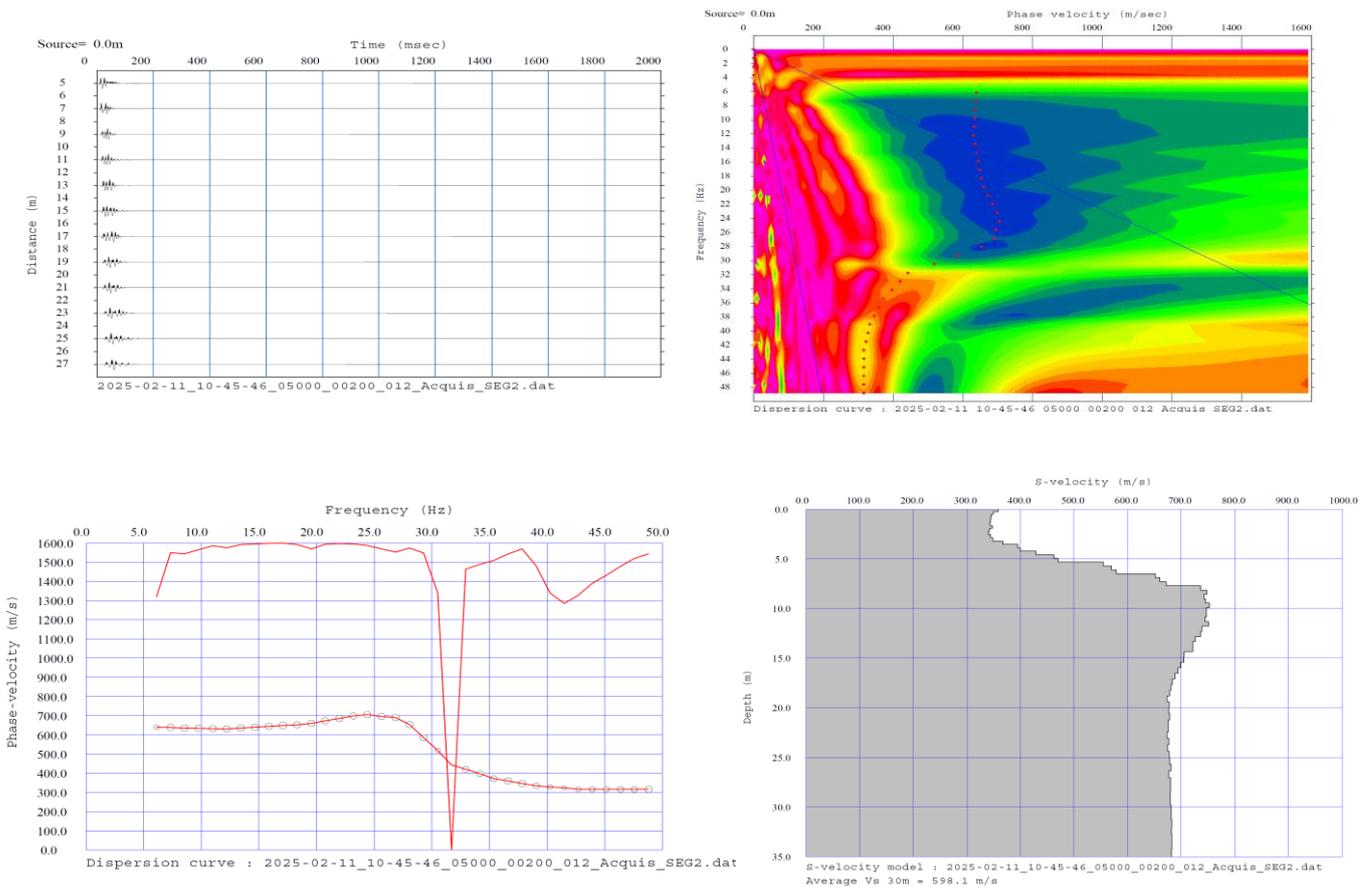
Sondaggio 1 / 10.00 m - 15.00 m



Sondaggio 1 / 15.00 m - 20.00 m

➤ **MASW**

I risultati sono riportati nei grafici seguenti:



Mediante tale prospezione, è stato elaborato il profilo delle  $V_s$  in base al quale, per i primi 3.00 m circa di profondità dal p.c., la  $v_s$  risulta di intorno a 350 m/sec; a partire da questa profondità la  $V_s$  aumenta con l'aumentare della profondità, con velocità superiori ai 350/400 m/sec.

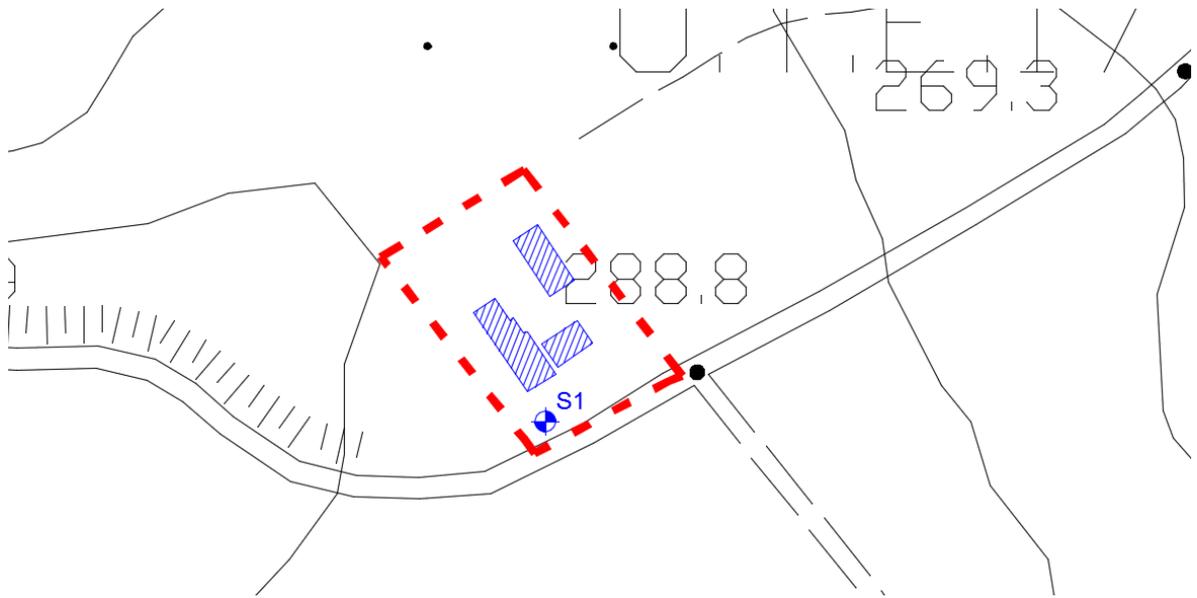
Da tale indagine è stato possibile ottenere il seguente valore delle onde di taglio nei primi 30 m ( $V_{s30}$ ):

$$V_{s30} = 598.1 \text{ m/sec}$$

**10.5 BORRATELLI**

Di seguito viene riportata la stratigrafia di massima del sondaggio geognostico eseguito nell'area in studio..

Sondaggio S2 -		
Profondità in metri		Litologia
0.00	0.60	Terreno vegetale alterato
0.60	3.00	Calcari grigi
3.00	10.00	Alternanze di argilliti e calcari
Installato piezometro a tubo aperto - FALDA ASSENTE		



Sondaggio 1 / 0.00 m - 5.00 m



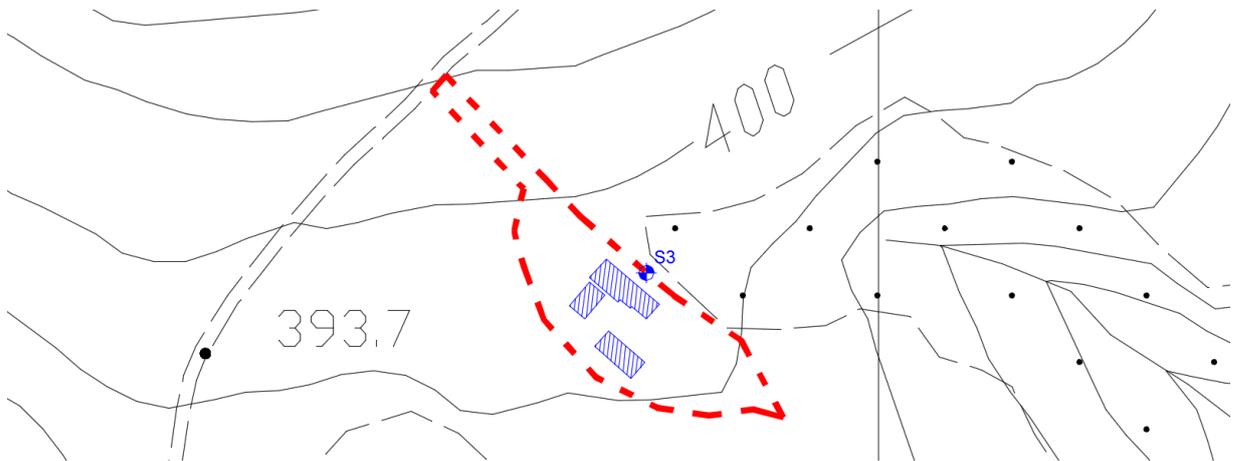
Sondaggio 1 / 5.00 m - 10.00 m

Nel corso della campagna geognostica è stata eseguita n°3 prove in foro Standard Penetration Test; nella tabella sottostante è riportato il risultato della suddetta prova:

Sondaggio	Profondità m	N1	N2	N3	NSPT
<b>S1</b>	2.50	31	R cm4	-	R
	5.50	46	R cm7	-	R
	8.50	29	38	R cm10	R

### 10.6 POGGIO ALTO

Di seguito viene riportata la stratigrafia di massima del sondaggio geognostico eseguito nell'area in studio.



Sondaggio S2 -		
Profondità in metri		Litologia
0.00	0.40	Terreno vegetale
0.40	3.00	Limo sabbioso argilloso marrone
3.00	10.00	Argille limose grigie
Installato piezometro a tubo aperto - FALDA ASSENTE		



Sondaggio 3 / 0.00 m - 5.00 m



Sondaggio 3 / 5.00 m - 10.00 m

Sondaggio	Profondità m	N1	N2	N3	NSPT
<b>S3</b>	2.50	14	28	40	68
	8.50	20	45	R 13cm	R

**Campione S2/C1 (profondità 5.50 m / 6.00 m)**

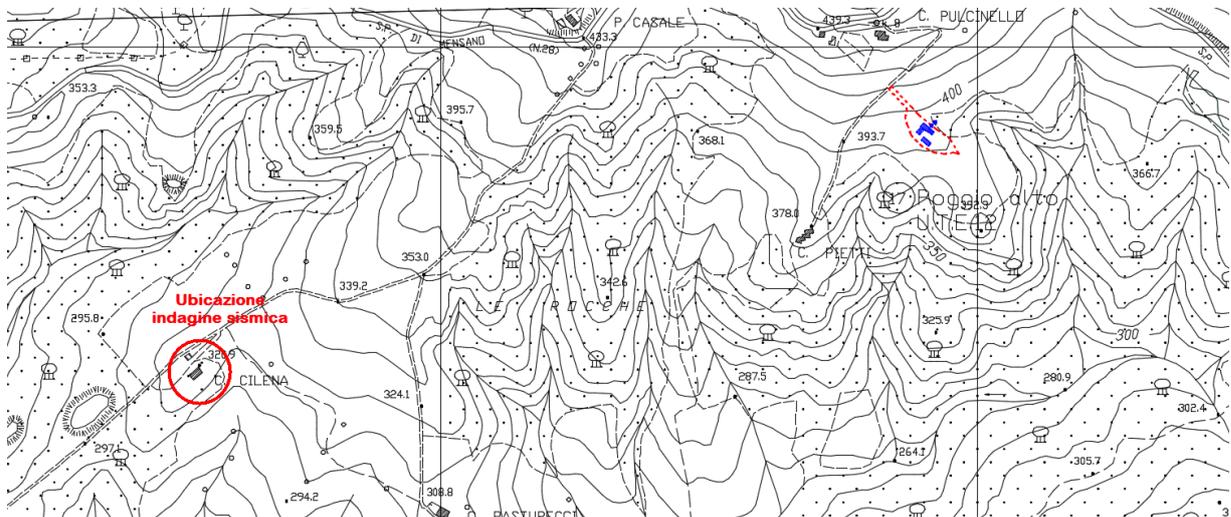
DESCRIZIONE VISIVA		<i>Argilla con limo</i>	
Contenuto naturale di	$W_n$	14.6%	
Indice dei vuoti	$e$	0.43	
Grado di saturazione	$S_r$	91.2%	
Peso di volume n	$\gamma$	2.16 t/m <sup>3</sup>	
ANALISI GRANULOMETRICA DEL CAMPIONE IN ESAME			
Ghiaia	0.0%		
Sabbia	0.5%		
Limo	39.0%		
Argilla	60.5%		
Prova di Taglio diretto (CD)			
<b>Valori di picco</b>			
Coesione efficace	$C'$	0.23 Kg/cm <sup>2</sup>	
Angolo di attrito	$\phi'$	19.5°	

## 11 CARATTERIZZAZIONE GETECNICA E STABILITÀ VERSANTE

Per le aree ricadenti in pericolosità geologica G.3 Elevata, in quanto devono essere eseguite le verifiche di stabilità, si è proceduto ad una caratterizzazione geotecnica e sismica utilizzando prove eseguite nei sito di indagine o limitrofe ai siti in studio.

### 11.1 POGGIO ALTO

Per la caratterizzazione geotecnica si fa riferimento ai dati ottenuti dalla campagna geognostica effettuata nel sito in studio mediante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT e prelievo di campioni indisturbati, mentre per la caratterizzazione sismica si fa riferimento ad un MASW realizzato sui medesimi litotipi ed ubicato come riportato nella figura sottostante.



In base a risultati della campagna geognostica si possono attribuire al litotipo presente nel sito in studio i seguenti parametri geotecnici medi:

#### Unità A: Limo sabbioso argilloso marrone

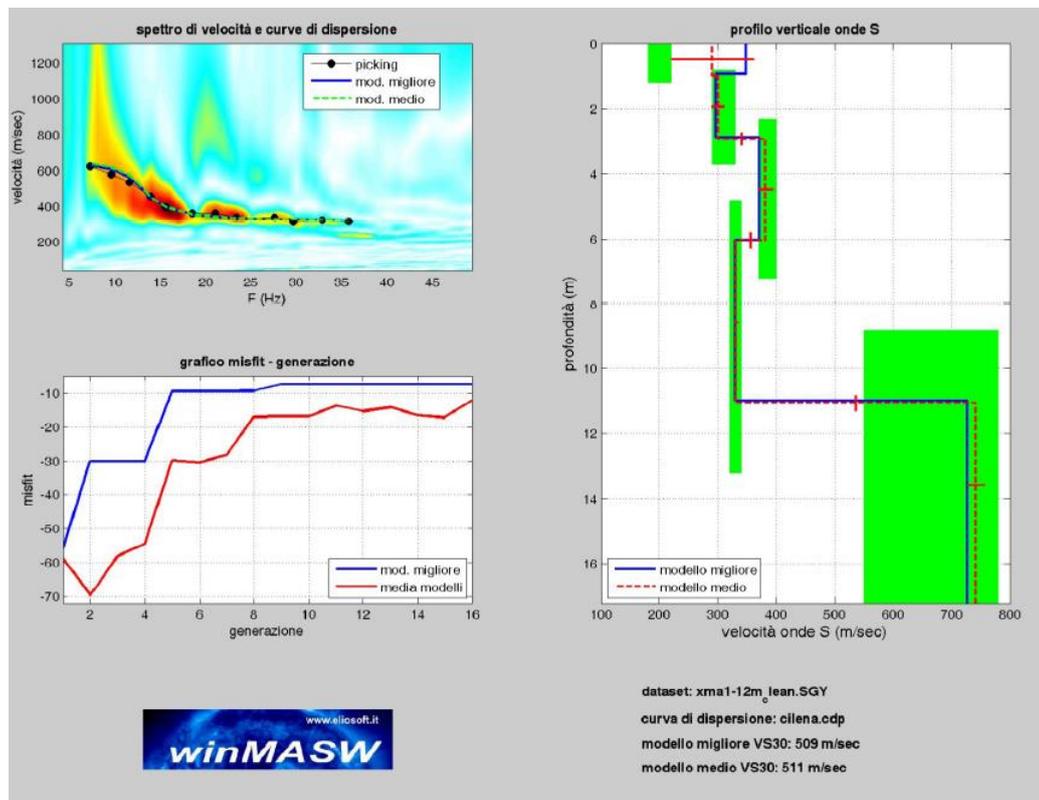
- **peso di volume  $\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3$**
- **angolo di attrito  $\phi'_m = 34^\circ$**

#### Unità B: Argille limose grigie

- **peso di volume  $\gamma = 2.00 \text{ t/m}^3$**
- **angolo di attrito  $\phi'_m = 19.5^\circ$**
- **coesione  $c'_m = 0.23 \text{ kg/cm}^2$**

In base ai risultati del MASW acquisito di seguito riportato è stata ottenuta una Vs30 paria 511 m/sec pertanto la categoria di terreno risulta essere:

**CATEGORIA B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero  $N_{spt,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_u,30 > 250 \text{ kPa}$  nei terreni a grana fine).



### STIMA DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA E DEL COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE $K_h$

Per ottenere il valore del coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ , si deve prima valutare l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito  $a_{\max}$ :

$$a_{\max} = S_s ST a_g$$

- in cui:
- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;
  - $S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica,
  - $ST$  = coefficiente di amplificazione topografica.

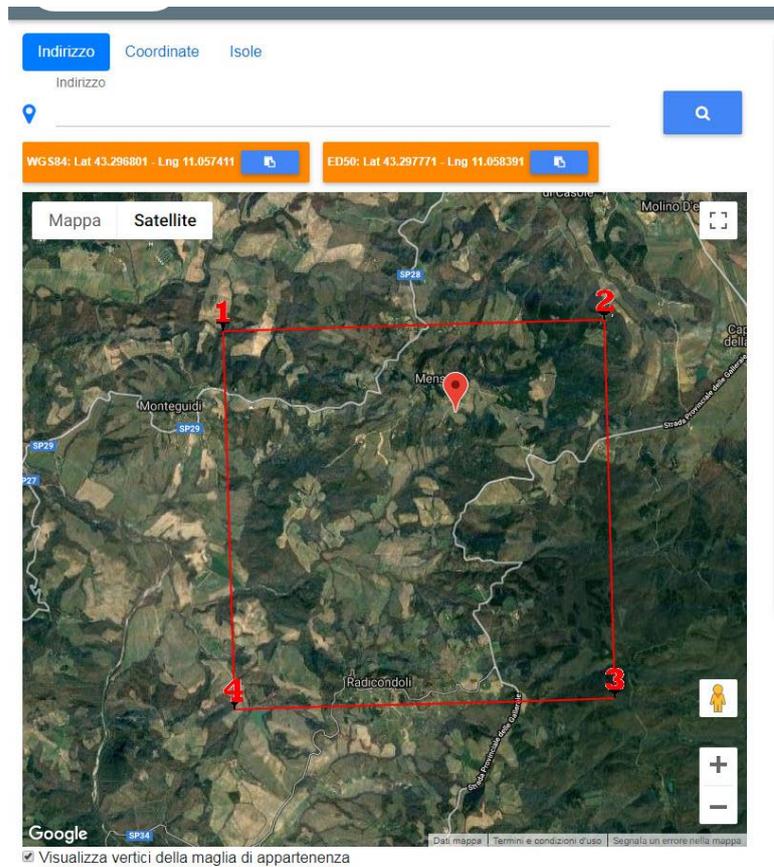
Da qui si ottiene:

$$K_h = \beta_s a_{\max}/g$$

in cui  $g$  è l'accelerazione di gravità e  $\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa del sito riportato nella seguente tabella:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Inoltre, per valutare la sismicità dell'area mediante il metodo sito-dipendente, è necessario localizzare geograficamente il terreno in oggetto:



### Sito in esame

latitudine: 43,297771  
 longitudine: 11,058391  
 Classe: 2  
 Vita nominale: 50

### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 22053	Lat: 43,3086	Lon: 11,0164	Distanza: 3604,604
Sito 2	ID: 22054	Lat: 43,3100	Lon: 11,0851	Distanza: 2555,243
Sito 3	ID: 22276	Lat: 43,2600	Lon: 11,0870	Distanza: 4793,844
Sito 4	ID: 22275	Lat: 43,2586	Lon: 11,0184	Distanza: 5425,136

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 50 anni  
 Coefficiente cu: 1

### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 30 [anni]  
 ag: 0,047 g  
 Fo: 2,475  
 Tc\*: 0,235 [s]

### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 50 [anni]  
 ag: 0,059 g  
 Fo: 2,509  
 Tc\*: 0,248 [s]

**Salvaguardia della vita (SLV):**

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,140	g
Fo:	2,494	
Tc*:	0,275	[s]

**Prevenzione dal collasso (SLC):**

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,175	g
Fo:	2,525	
Tc*:	0,282	[s]

**Coefficienti Sismici****SLO:**

Ss:	1,200
Cc:	1,470
St:	1,000
Kh:	0,011
Kv:	0,006
Amax:	0,556
Beta:	0,200

**SLD:**

Ss:	1,200
Cc:	1,450
St:	1,000
Kh:	0,014
Kv:	0,007
Amax:	0,696
Beta:	0,200

**SLV:**

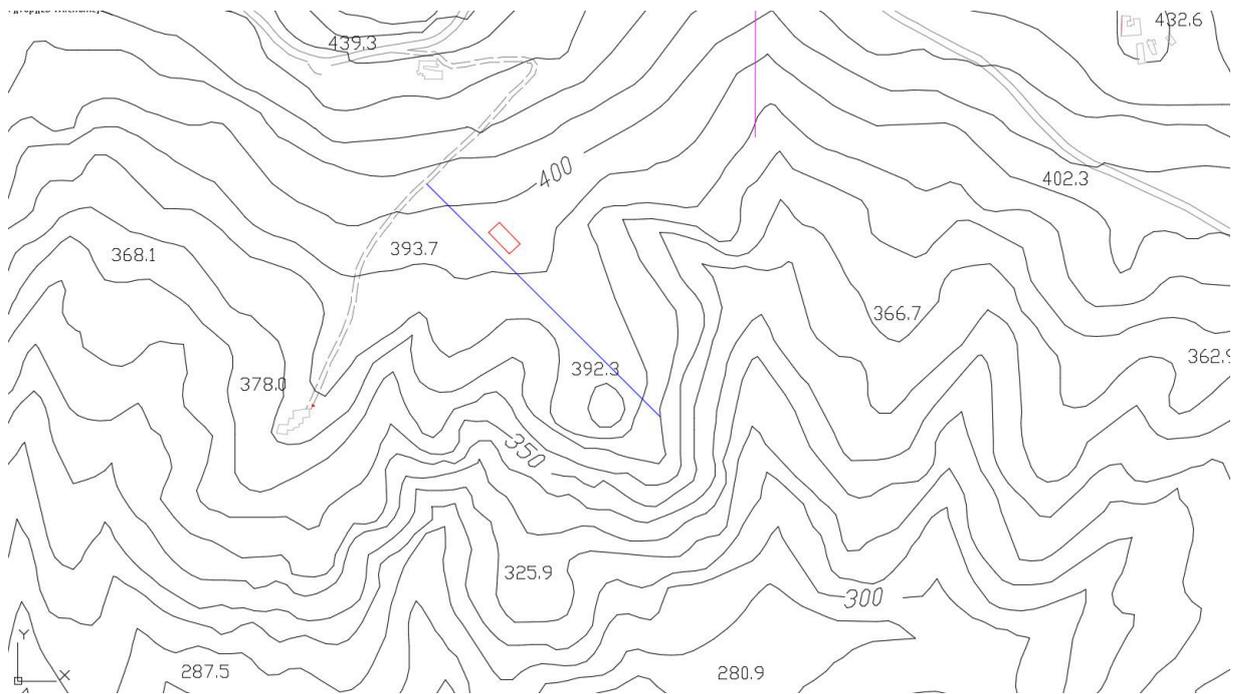
Ss:	1,200
Cc:	1,420
St:	1,000
Kh:	0,040
Kv:	0,020
Amax:	1,653
Beta:	0,240

**SLC:**

Ss:	1,200
Cc:	1,420
St:	1,000
Kh:	0,051
Kv:	0,025
Amax:	2,064
Beta:	0,240

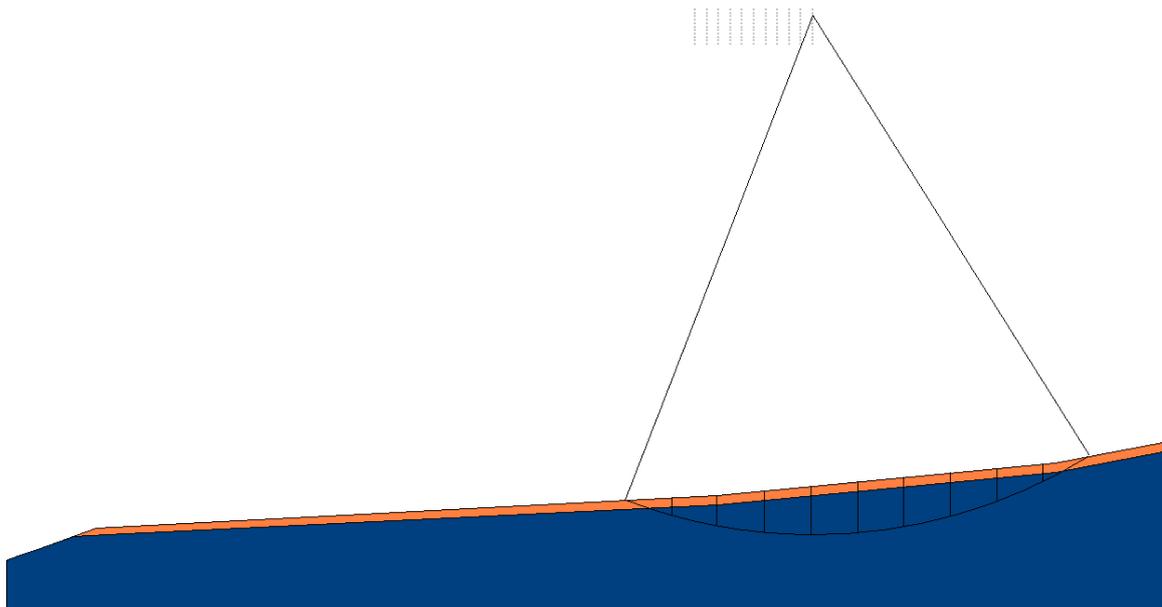
**ANALISI DI STABILITÀ DEL VERSANTE**

Nel corso della presente indagine è stata effettuata l'analisi di stabilità del versante in studio, considerando le sezioni sottostante ritenuta la più rappresentativa dell'area in studio.



I calcoli eseguiti indicano che attualmente il versante in studio si trova in stato di equilibrio, come si può notare dalla tabella qui di seguito e nella relazione di calcolo allegata.

VERIFICA DI STABILITÀ ALLO STATO DI PROGETTO		
Sezione analizzata	$F_s$ minimo	Sisma
<b>A-A'</b>	<b>2.84</b>	SI



## 11.2 LA MINIERA

Per la caratterizzazione geotecnica si fa riferimento ai dati ottenuti dalla campagna geognostica effettuata nel sito in studio.

In tale campagna sono stati eseguiti 1 sondaggi geognostici con esecuzione di prove Spt e due MASW.

In base a risultarti della campagna geognostica si possono attribuire al litotipo presente nel **peso di volume  $\gamma = 2.00 \text{ t/m}^3$** ;

- **NSPT = 18;**
- **angolo di attrito  $\Phi' = 31^\circ$ ;**
- **modulo edometrico  $E_{ed} = 108 \text{ kg/cm}^2$ .**

In base ai risultati dei MASW acquisito di seguito riportato è stata ottenuta una categoria di terreno risulta essere:

**CATEGORIA B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero N<sub>spt,30</sub> > 50 nei terreni a grana grossa e cu<sub>30</sub> > 250 kPa nei terreni a grana fine).

**STIMA DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA E DEL COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE Kh**

Per ottenere il valore del coefficiente sismico orizzontale kh, si deve prima valutare l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito  $a_{max}$ :

$$a_{max} = S_s ST a_g$$

- in cui:
- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;
  - $S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica, la cui espressione è riportata nella Tab. 3.2.V delle NTC 2018;
  - $ST$  = coefficiente di amplificazione topografica.

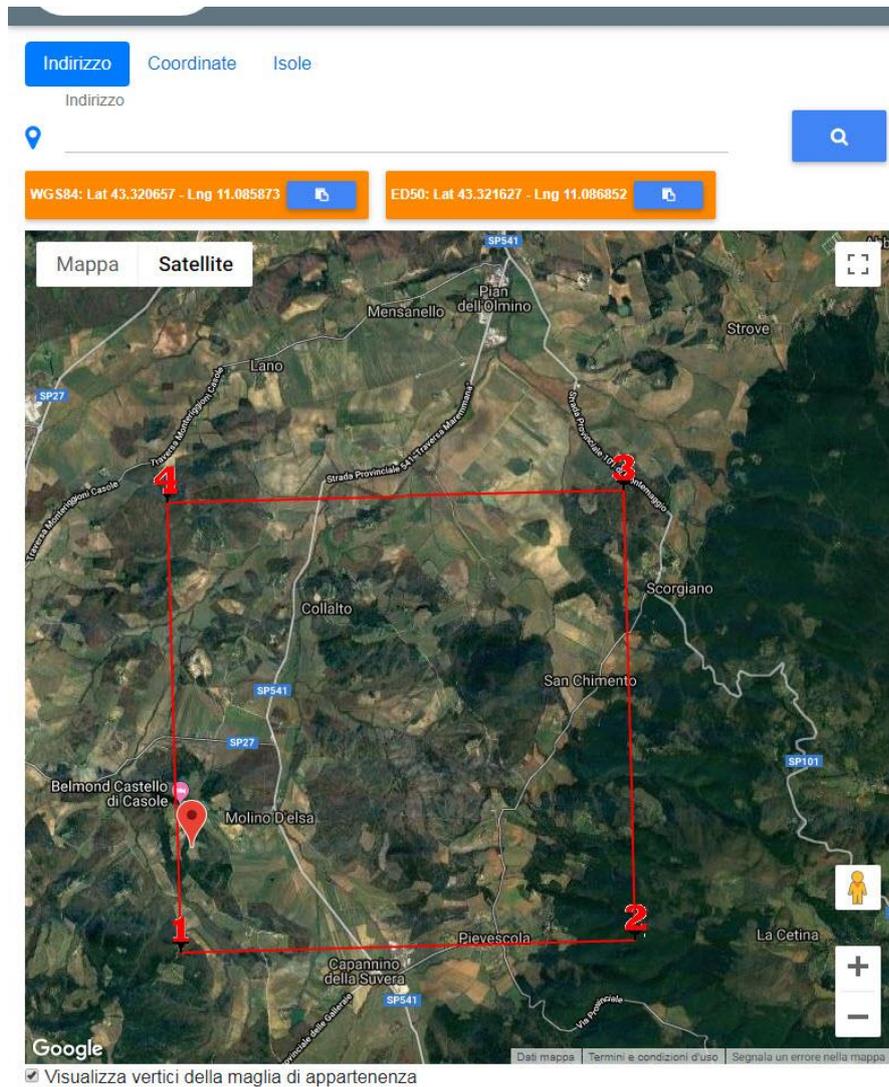
Da qui si ottiene:

$$Kh = \beta_s a_{max}/g$$

in cui g è l'accelerazione di gravità e  $\beta_s$ =coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa del sito riportato nella seguente tabella:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Inoltre, per valutare la sismicità dell'area mediante il metodo sito-dipendente, è necessario localizzare geograficamente il terreno in oggetto:



### Sito in esame:

latitudine: 43,3216265541873

longitudine: 11,0868523788817

Classe: 2

Vita nominale:50

Quindi, si hanno i seguenti parametri sismici (Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)):

**Tipo di elaborazione:** Stabilità dei pendii e fondazioni

### Siti di riferimento:

Sito 1	ID: 22054	Lat: 43,3100	Lon: 11,0851	Distanza: 1297,248
Sito 2	ID: 22055	Lat: 43,3114	Lon: 11,1537	Distanza: 5525,720
Sito 3	ID: 21833	Lat: 43,3614	Lon: 11,1519	Distanza: 6870,611
Sito 4	ID: 21832	Lat: 43,3600	Lon: 11,0832	Distanza: 4277,425

### Parametri sismici:

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50 anni
Coefficiente cu:	1

**Operatività (SLO):**

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,048	g
Fo:	2,480	
Tc*:	0,239	[s]

**Danno (SLD):**

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,059	g
Fo:	2,515	
Tc*:	0,250	[s]

**Salvaguardia della vita (SLV):**

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,141	g
Fo:	2,494	
Tc*:	0,276	[s]

**Prevenzione dal collasso (SLC):**

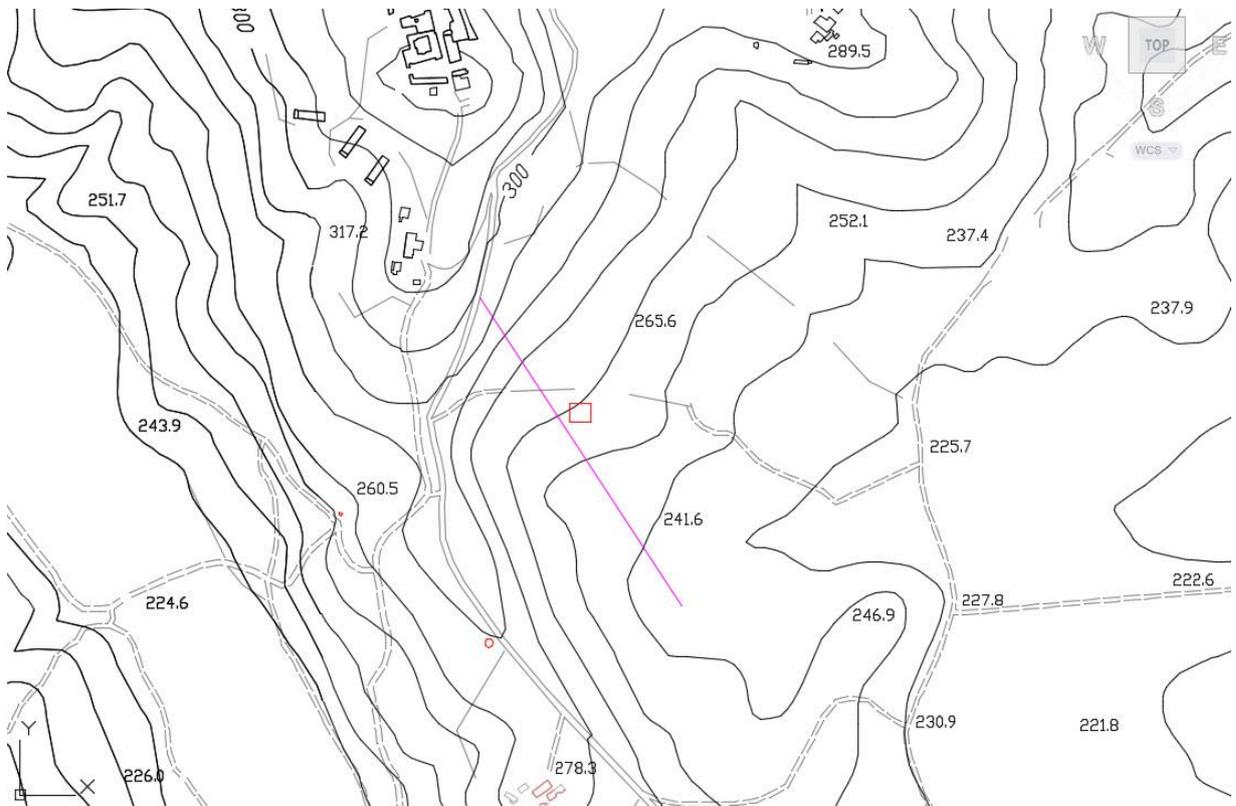
Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,176	g
Fo:	2,525	
Tc*:	0,282	[s]

**Coefficienti Sismici:**

Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
<b>SLO</b>						
1,200	1,460	1,000	0,011	0,006	0,560	0,200
<b>SLD</b>						
1,200	1,450	1,000	0,014	0,007	0,698	0,200
<b>SLV</b>						
1,200	1,420	1,000	0,041	0,020	1,657	0,240
<b>SLC</b>						
1,200	1,420	1,000	0,051	0,025	2,067	0,240

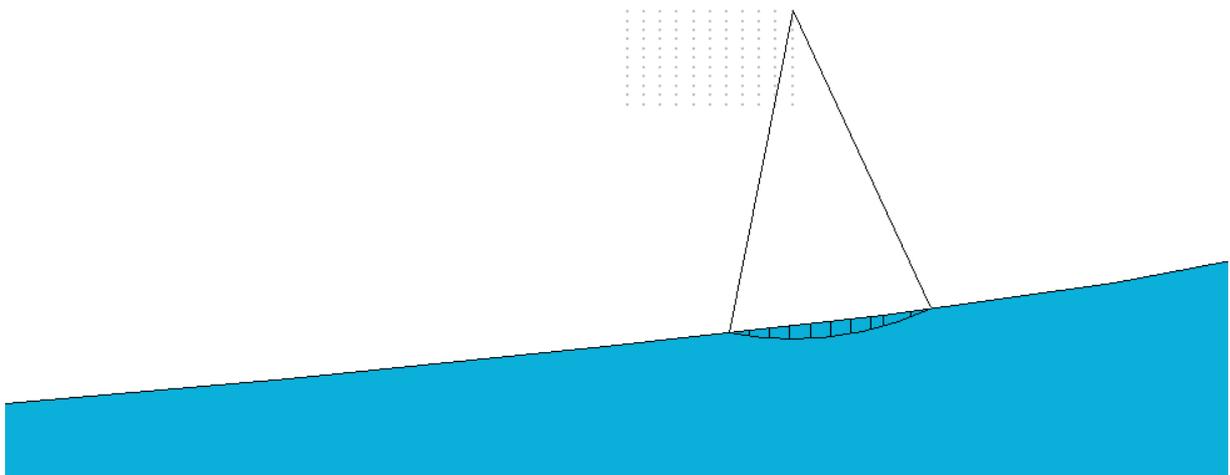
**ANALISI DI STABILITÀ DEL VERSANTE**

Nel corso della presente indagine è stata effettuata l'analisi di stabilità del versante in studio, considerando le sezioni sottostante ritenuta la più rappresentativa dell'area in studio.



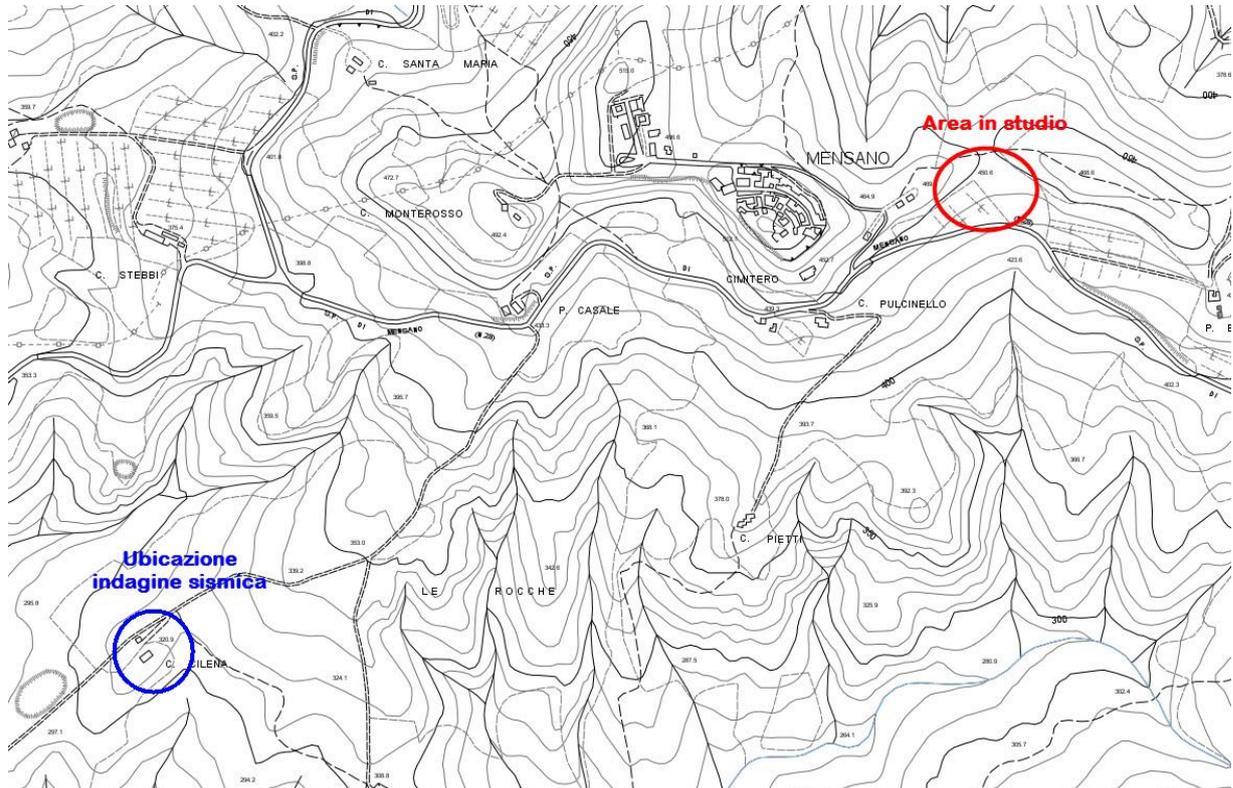
I calcoli eseguiti indicano che attualmente il versante in studio si trova in stato di equilibrio, come si può notare dalla tabella qui di seguito e nella relazione di calcolo allegata.

VERIFICA DI STABILITÀ ALLO STATO DI PROGETTO		
Sezione analizzata	$F_s$ minimo	Sisma
<b>A-A'</b>	<b>3.05</b>	SI



### 11.3 SAN FRANCESCO

Per la caratterizzazione geotecnica si fa riferimento ai dati ottenuti dalla campagna geognostica effettuata nel sito in studio mediante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT e prelievo di campioni indisturbati, mentre per la caratterizzazione sismica si fa riferimento ad un MASW realizzato sui medesimi litotipi ed ubicato come riportato nella figura sottostante.



200

In base a risultati della campagna geognostica si possono attribuire al litotipo presente nel sito in studio i seguenti parametri geotecnici medi:

#### Unità A: Limo sabbioso argilloso marrone

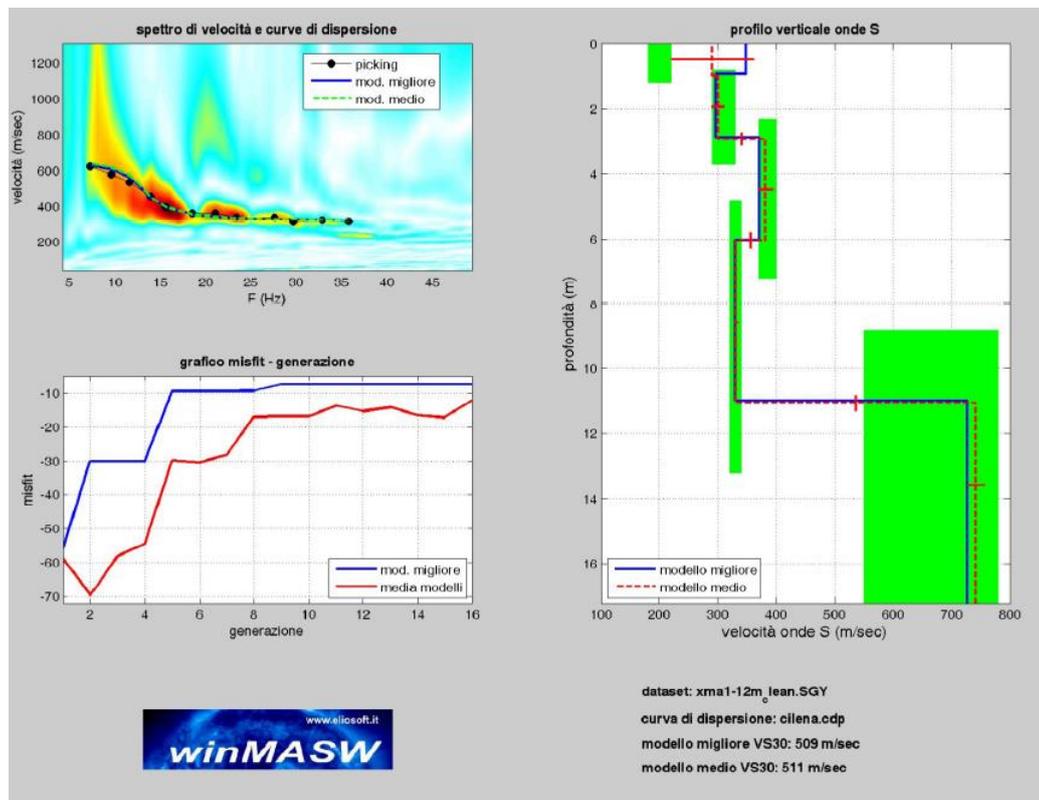
- **peso di volume  $\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3$**
- **angolo di attrito  $\phi'_m = 20.5^\circ$**
- **coesione  $c'_m = 0.28 \text{ kg/cm}^2$**

#### Unità B: Argille limose grigie

- **peso di volume  $\gamma = 2.00 \text{ t/m}^3$**
- **angolo di attrito  $\phi'_m = 36^\circ$**

In base ai risultati del MASW acquisito di seguito riportato è stata ottenuta una Vs30 paria 511 m/sec pertanto la categoria di terreno risulta essere:

**CATEGORIA B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero  $N_{spt,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_u,30 > 250 \text{ kPa}$  nei terreni a grana fine).



### STIMA DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA E DEL COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE $K_h$

Per ottenere il valore del coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ , si deve prima valutare l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito  $a_{max}$ :

$$a_{max} = S_s ST a_g$$

- in cui:
- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;
  - $S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica,
  - $ST$  = coefficiente di amplificazione topografica.

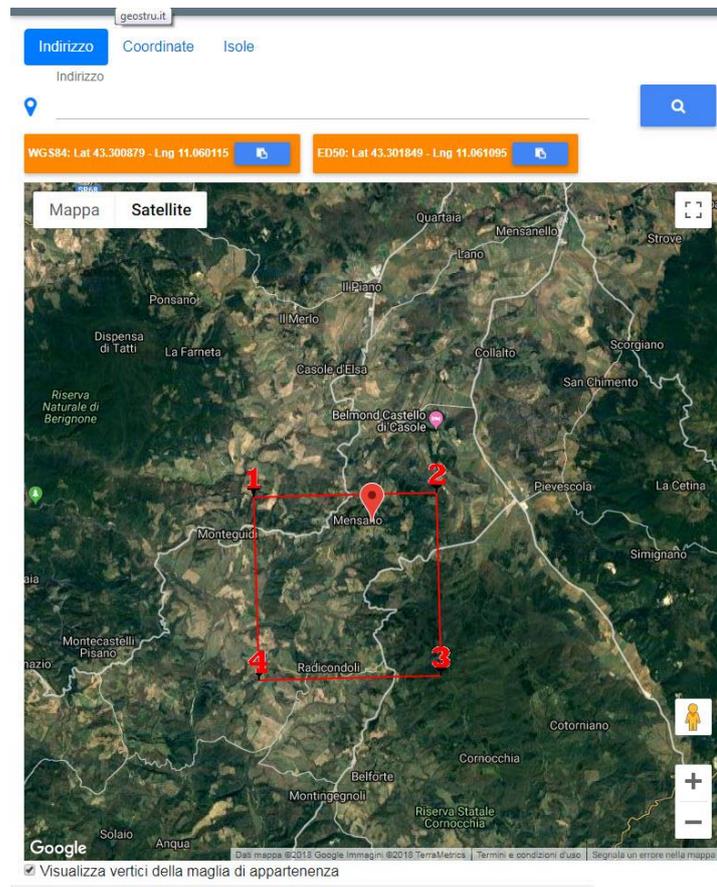
Da qui si ottiene:

$$K_h = \beta_s a_{max}/g$$

in cui  $g$  è l'accelerazione di gravità e  $\beta_s$ =coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa del sito riportato nella seguente tabella:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Inoltre, per valutare la sismicità dell'area mediante il metodo sito-dipendente, è necessario localizzare geograficamente il terreno in oggetto:



### Sito in esame

latitudine: 43,301849  
 longitudine: 11,061095  
 Classe: 2  
 Vita nominale: 50

### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 22053	Lat: 43,3086	Lon: 11,0164	Distanza: 3693,475
Sito 2	ID: 22054	Lat: 43,3100	Lon: 11,0851	Distanza: 2144,871
Sito 3	ID: 22276	Lat: 43,2600	Lon: 11,0870	Distanza: 5101,349
Sito 4	ID: 22275	Lat: 43,2586	Lon: 11,0184	Distanza: 5920,354

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 50 anni  
 Coefficiente cu: 1

### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 30 [anni]  
 ag: 0,047 g  
 Fo: 2,476  
 Tc\*: 0,235 [s]

### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 50 [anni]  
 ag: 0,059 g  
 Fo: 2,510  
 Tc\*: 0,248 [s]

**Salvaguardia della vita (SLV):**

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,141	g
Fo:	2,495	
Tc*:	0,275	[s]

**Prevenzione dal collasso (SLC):**

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,175	g
Fo:	2,525	
Tc*:	0,282	[s]

**Coefficienti Sismici****SLO:**

Ss:	1,200
Cc:	1,470
St:	1,000
Kh:	0,011
Kv:	0,006
Amax:	0,557
Beta:	0,200

**SLD:**

Ss:	1,200
Cc:	1,450
St:	1,000
Kh:	0,014
Kv:	0,007
Amax:	0,696
Beta:	0,200

**SLV:**

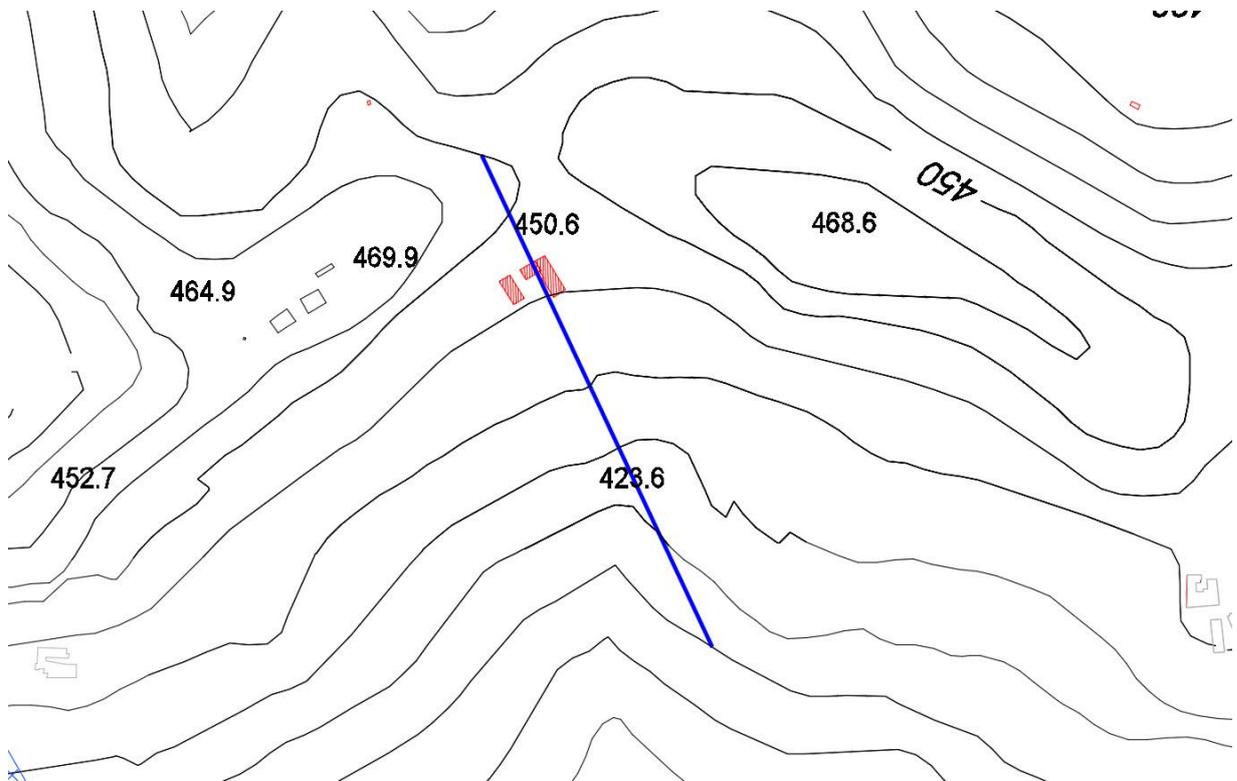
Ss:	1,200
Cc:	1,420
St:	1,000
Kh:	0,040
Kv:	0,020
Amax:	1,654
Beta:	0,240

**SLC:**

Ss:	1,200
Cc:	1,420
St:	1,000
Kh:	0,051
Kv:	0,025
Amax:	2,064
Beta:	0,240

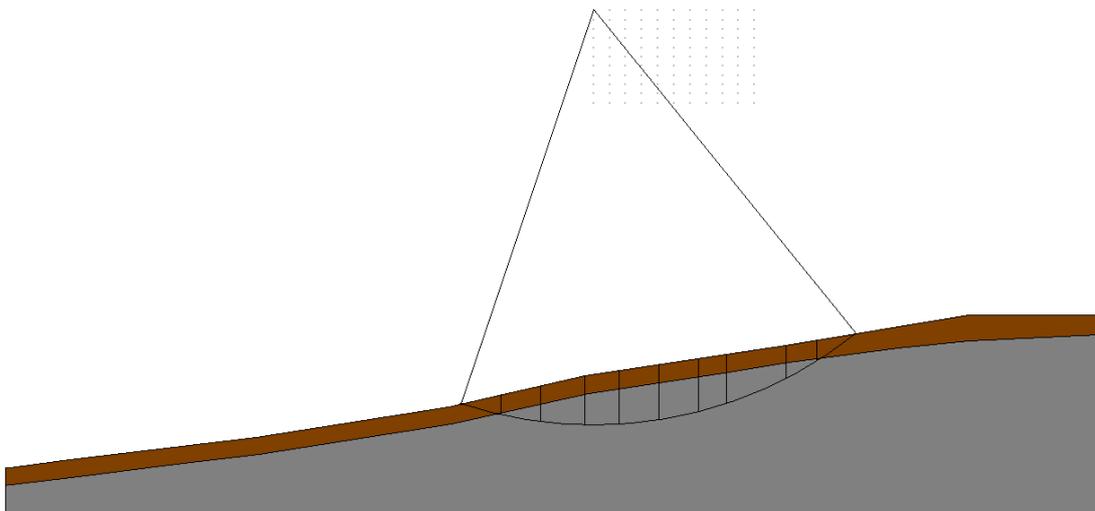
**ANALISI DI STABILITÀ DEL VERSANTE**

Nel corso della presente indagine è stata effettuata l'analisi di stabilità del versante in studio, considerando le sezioni sottostante ritenuta la più rappresentativa dell'area in studio.



I calcoli eseguiti indicano che attualmente il versante in studio si trova in stato di equilibrio, come si può notare dalla tabella qui di seguito e nella relazione di calcolo allegata.

VERIFICA DI STABILITÀ ALLO STATO DI PROGETTO		
Sezione analizzata	$F_s$ minimo	Sisma
<b>A-A'</b>	<b>2.9372</b>	SI



## 12 FATTIBILITA'

Le modalità di realizzazione degli interventi che abbiano rilevanza sotto il profilo

geologico e idraulico sono subordinate alla classe di fattibilità corrispondente e alle relative prescrizioni, in ottemperanza al vigente regolamento di attuazione di cui al Decreto del Presidente della Giunta Regionale n°53/R del 25 ottobre 2011 (attuazione dell'art. 62 della L.R. n.1 del 3/01/2005). Le fattibilità degli interventi previsti dalla presente PAPMAA derivano dalla classificazione delle pericolosità Idraulica e Geologica esposta nella presente relazione geologico-tecnica.

Le fattibilità, riportate nelle figure 11 e 12, sono distinte, rispetto ai fattori che determinano le pericolosità, in fattibilità geologica e idraulica e sono state attribuite in base alla tipologia di intervento mediante l'utilizzo della tabella della fattibilità degli interventi in territorio extraurbano presente nelle NTA del RU vigente.

TIPO DI INTERVENTO	FATTIBILITA'						
	PERICOLOSITA' IDRAULICA <sup>(1)</sup>				PERICOLOSITA' GEOLOGICA		
	I.1	I.2	I.3 PIE PI3	I.4 PIM E PI4	G.2 PF2	G.3 PFE PF3	G.4 PFM E PF4
Interventi sul patrimonio edilizio esistente senza ampliamenti e senza aumento del carico urbanistico, persone o beni. Interventi di Manutenzione Ordinaria e straordinaria che non comportino sovraccarichi sul terreno e/o sulle fondazioni. Demolizione senza ricostruzione.	F.1	F.2	F.2	F.2	F.1	F.2	F.2
Interventi di Restauro, Risanamento Conservativo, e Ristrutturazione Edilizia sul patrimonio edilizio esistente senza ampliamenti eccetto opere murarie di piccole dimensioni o temporanee anche connesse al verde attrezzato, piccoli volumi tecnici, di servizio, per funzioni igienico-sanitarie. Demolizione e ricostruzione come da punti d3, Art.80.	F.1	F.2	F.3 <sup>(2)</sup>	F.3 <sup>(2)</sup>	F.2	F.3 <sup>(5)</sup>	F.3 <sup>(6)</sup>
Nuova edificazione ed interventi sul patrimonio edilizio esistente con ampliamenti, sopraelevazioni ed altri interventi che comportino sovraccarichi sul terreno e/o sulle fondazioni. Demolizione e ricostruzione configurabile come Sostituzione Edilizia.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.3 <sup>(5)</sup>	na <sup>(4)</sup>
Verde attrezzato senza opere murarie, parchi in genere, aree destinate alla tutela e ripristino ambientale.	F.1	F.2	F.3 <sup>(2)</sup>	F.3 <sup>(2)</sup>	F.1	F.2	F.3 <sup>(2)</sup>
Impianti sportivi all'aperto, piste ciclabili anche con edifici di servizio (tribune, spogliatoi e costruzioni accessorie).	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.3 <sup>(5)</sup>	F.3 <sup>(6)</sup>
Ampliamento di sede stradale o realizzazione di nuovi brevi tratti di viabilità (strade di accesso)	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.2	F.3 <sup>(6)</sup>
Nuova viabilità.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.3 <sup>(5)</sup>	na <sup>(4)</sup>
Parcheggi pubblici/privati a raso < 500 mq	F.1	F.2	F.3 <sup>(2)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.2	na <sup>(4)</sup>
Parcheggi pubblici/privati a raso > 500 mq, parcheggi pubblici/privati con sbancamenti o riporti o in sotterraneo.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.3 <sup>(5)</sup>	na <sup>(4)</sup>
Piccoli edifici ed impianti di servizio di strutture a rete inferiori a 50 mq (acquedotto, impianti adduzione e distribuzione gas, cabine di trasformazione ENEL, impianti di telefonia fissa e mobile). Torri antiincendio.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.3 <sup>(5)</sup>	na <sup>(4)</sup>
Giardini, coltivazioni specializzate, orti, serre con copertura stagionale.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.1	F.1	F.2
Serre con copertura permanente.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.1	F.2	na <sup>(4)</sup>
Annessi agricoli e manufatti per alloggio bestiame, tettoie, scuderie e altri annessi di servizio precari con funzione agricola e zootecnica con dimensioni < 50 mq.	F.1	F.2	F.3 <sup>(2)</sup>	F.3 <sup>(2)</sup>	F.1	F.2	na <sup>(4)</sup>
Annessi agricoli e manufatti per alloggio bestiame, tettoie, scuderie e altri annessi di servizio con funzione agricola e zootecnica con dimensioni > 50 mq.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.3 <sup>(5)</sup>	na <sup>(4)</sup>
Depositi all'aperto.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.2	na <sup>(4)</sup>
Invasi e laghetti collinari.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.3 <sup>(5)</sup>	na <sup>(4)</sup>
Piscine all'aperto e relativi locali di servizio planimetricamente < 50 mq.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.2	na <sup>(4)</sup>
Piscine all'aperto e relativi locali di servizio planimetricamente > 50 mq.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.3 <sup>(5)</sup>	na <sup>(4)</sup>
Scavi e riporti planimetricamente superiori a 50 mq o di altezza non modesta.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.2	F.3 <sup>(5)</sup>	na <sup>(4)</sup>
Scavi e sbancamenti per la messa in opera delle reti di distribuzione; riporti planimetricamente inferiori a 50 mq.	F.1	F.2	na <sup>(3)</sup>	na <sup>(3)</sup>	F.1	F.3 <sup>(5)</sup>	na <sup>(4)</sup>

(1) – Le aree di pertinenza fluviale definite ai sensi delle A.d.B. competenti, potranno essere oggetto di previsioni edificatorie non diversamente localizzabili da realizzarsi comunque nel rispetto degli obiettivi di recupero e rinaturalizzazione degli ecosistemi fluviali.

(2) – Gli interventi non devono determinare pericolo per persone e beni, non devono aumentare le pericolosità in altre aree e, ove necessario, dovranno essere adottate idonee misure per ridurre la vulnerabilità.

(3) - Non sono da prevedersi nuove edificazioni o trasformazioni dell'esistente fino all'esecuzione di specifici studi idraulici sulla base della piena con tempo di ritorno duecentennale. In aree soggette ad esondazione per piene con tempi di ritorno fino 200 anni non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o di nuove infrastrutture per i quali non sia dimostrabile il rispetto di

condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

(4)- Non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o di nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione.

(5) -Possono essere realizzati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel titolo abilitativo all'attività edilizia.

(6) -Relativamente agli interventi per i quali sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, nel titolo abilitativo all'attività edilizia è dato atto della sussistenza dei seguenti criteri: a) previsione, ove necessario, di interventi mirati a tutelare la pubblica incolumità, a ridurre la vulnerabilità delle opere esposte mediante consolidamento o misure di protezione delle strutture per ridurre l'entità di danneggiamento; b) installazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto controllo l'evoluzione del fenomeno

In relazione alle tipologie progettuali previste si assegnano alle aree di variante le seguenti classi di fattibilità per gli interventi previsti come definito dalle NTA del Ru Vigente:

### **Fattibilità in relazione agli aspetti geologici**

#### • **CLASSE F.1 - FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI**

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

#### • **CLASSE F.2 - FATTIBILITÀ CON NORMALI VINCOLI**

- 1- Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali risulta necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- 2- Le Relazioni geologica e geotecnica sono parte integrante della documentazione da presentare ai fini del rilascio del titolo abilitativo dell'attività edilizia e la loro presentazione è condizione essenziale per ottenere il parere delle Commissioni e degli Enti preposti. Le relazioni geologica e geotecnica e le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche dovranno essere realizzate secondo le modalità espresse nelle NTC3.
- 3- Per gli interventi di manutenzione straordinaria, ristrutturazione edilizia e nuova costruzione, la caratterizzazione e modellazione geologica, litotecnica ed idrogeologica dell'area di intervento dovrà essere ottenuta tramite opportune indagini geognostiche che riguarderanno il volume significativo di terreno influenzato direttamente o indirettamente dal manufatto stesso. La campagna delle indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dell'intervento in progetto, in numero e disposizione tale da ottenere un modello geotecnico attendibile del sottosuolo. I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni dovranno essere ottenuti mediante specifiche analisi di laboratorio su campioni indisturbati di terreno e/o attraverso l'interpretazione dei risultati di prove e misure in sito. La realizzazione di scavi/riporti di terreni, anche temporanei, con fronti verticali o subverticali deve essere effettuata nel rispetto delle verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e delle analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE); per i fronti di altezza superiore ai 2 mt. dovranno essere previste armature di sostegno delle pareti.
- 4- Nelle aree destinate a verde, compatibilmente con le destinazioni progettuali, la sistemazione morfologica dovrà contribuire alla stabilità generale dei terreni, attraverso il rimodellamento del versante, piantumazione di specie vegetali stabilizzanti, regimazione delle acque superficiali.

#### • **CLASSE F.3 - FATTIBILITÀ CONDIZIONATA**

- 1- Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

- 2- Le Relazioni geologica e geotecnica sono parte integrante della documentazione da presentare ai fini del rilascio del titolo abilitativo dell'attività edilizia e la loro presentazione è condizione essenziale per ottenere il parere delle Commissioni e degli Enti predisposti. Le relazioni geologica e geotecnica e le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche dovranno essere realizzate secondo le modalità espresse nelle NTC4.
- 3- Per gli interventi in progetto dovrà essere fornita una dettagliata ricostruzione degli assetti geologici, stratigrafici, tettonici, geomorfologici ed idrogeologici dell'intero versante interessato dall'area di intervento. La caratterizzazione e modellazione geologica, litotecnica ed idrogeologica dell'area di intervento dovrà essere ottenuta tramite opportune indagini geognostiche che riguarderanno il volume significativo di terreno influenzato direttamente o indirettamente dal manufatto stesso. La programmazione delle indagini verrà fatta in funzione dell'intervento in progetto, in numero e disposizione tale da ottenere un modello geotecnico attendibile del sottosuolo. I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni di imposta delle fondazioni dovranno essere ottenuti mediante specifiche analisi di laboratorio su campioni indisturbati di terreno, che potranno essere integrate con opportune indagini geofisiche. La tipologia fondazionale dovrà essere valutata anche in funzione del generale assetto geologico del sito e dimensionata in base ai risultati della campagna geognostica.
- 4- La realizzazione di scavi/riporti di terreni, anche temporanei, con fronti verticali o subverticali deve essere effettuata nel rispetto delle verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e delle analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE); per i fronti di scavo di altezza superiore ai 2 mt. dovranno essere previste armature di sostegno delle pareti, la loro realizzazione sarà subordinata all'esecuzione di verifica di stabilità del pendio effettuata con parametri derivanti da indagini geognostiche in situ e/o prove di laboratorio.
- 5- La compatibilità degli interventi previsti con il generale equilibrio dell'area di intervento e dei manufatti preesistenti dovrà essere valutata tramite opportune verifiche di stabilità.
- 6- Dovrà essere accertata ed eventualmente monitorata la presenza di falda idrica in grado di interferire con le opere in progetto.
- 7- Nelle aree a Pericolosità Geologica/Geomorfologica Elevata (G.3, P.F.E, P.F.3), valgono le seguenti prescrizioni:
  - a) l'attuazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza ove ritenuti necessari. Tali interventi, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, non devono pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, e permettere la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni; dovranno essere installati opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto; l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, devono essere certificati.
  - b) Possono essere attuati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia.
- 8- Nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4, P.F.M.E, P.F.4), sono consentiti i soli interventi di restauro, risanamento conservativo, manutenzione ordinaria e straordinaria, ristrutturazione edilizia sul patrimonio edilizio esistente senza ampliamenti, demolizione e ricostruzione configurabile come ristrutturazione edilizia come da punto d3 dell'Art.80; gli interventi non devono comunque determinare pericolo per persone e beni,

non devono aumentare le pericolosità in altre aree e, ove necessario, dovranno essere adottate idonee misure per ridurre la vulnerabilità.

• **CLASSE F.4 - FATTIBILITÀ LIMITATA**

La classe di fattibilità F.4 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo RU, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

**Fattibilità in relazione agli aspetti idraulici**

- 1- Nelle aree di fondovalle interessate da Pericolosità Idraulica Media I.2, tutti gli interventi sul patrimonio edilizio esistente o nuova edificazione dovranno essere tali da non modificare negativamente il normale deflusso delle acque superficiali, attraverso il mantenimento e, ove ritenuto necessario, il potenziamento del reticolo di drenaggio esistente. La progettazione dovrà essere realizzata in modo da non favorire ristagni ed accumuli di acque superficiali che dovranno essere raccolte in apposite opere di contenimento o allontanate separatamente dalle acque reflue.
- 2- Nelle aree di fondovalle, interessate da Pericolosità Idraulica Elevata e Molto Elevata, in cui non sono stati effettuati studi idraulici o per le quali non esistono attualmente progetti di messa in sicurezza, non sono ammissibili nuove edificazioni o trasformazioni dell'esistente fino all'esecuzione di specifici studi idraulici sulla base della piena con tempo di ritorno duecentennale; tali studi dovranno costituire elemento di base per la progettazione e il dimensionamento degli interventi di messa in sicurezza delle aree in trasformazione e l'attribuzione della classe di fattibilità. Gli studi idraulici e gli eventuali interventi di messa in sicurezza previsti dovranno costituire Variante al vigente Strumento Urbanistico.
- 3- Nelle aree di fondovalle, interessate da Pericolosità Idraulica Molto Elevata ed Elevata in cui sono stati effettuati studi idraulici specifici valgono le disposizioni di cui agli Art.100.2.1 e 100.2.2.

**SAN PIETRO**

È prevista la realizzazione di tre nuovi edifici e la sistemazione dell'area di pertinenza mediante la realizzazione di viabilità, parcheggi, aree a verde.

In tale area sono presenti le seguenti classi di pericolosità e di fattibilità in relazione agli interventi:

PERICOLOSITA'	TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO	→	FATTIBILITA'
<i>Pericolosità geologica media G.2</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.1</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
<i>Pericolosità idraulica bassa I.1</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>

**Aspetti geologici**

Per questi interventi, si potrà a livello esecutivo integrare la campagna geognostica eseguita, mediante la realizzazione di sondaggi geognostici con prelievo di campioni da analizzare in laboratorio e/o prove SPT, e/o prove penetrometriche integrate

eventualmente da saggi geognostici, in base alla classe di indagine degli interventi definita con il DPGR 36/R del 9 luglio 2009.

La campagna geofisica esistente potrà essere integrata mediante prospezioni tramite profilo sismico a rifrazione o MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) o indagine Down-Hole, in relazione alla classe di indagine ai sensi del D.P.G.R. del 09/07/09 n. 36/R, Art. 7 punto 3, che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.

Inoltre dovranno essere effettuate opere di regimazione idraulica superficiale.

#### Aspetti idraulici

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, quanto previsto è attuabile e non sussistono limitazioni di carattere idraulico; tutte le opere non devono comunque determinare aggravi di pericolosità.

#### Tutela degli acquiferi:

Nelle aree ricadenti in classe di sensibilità 2, valgono le prescrizioni di cui all'Art. 10 par. 10.1.3 delle Discipline del PTCP2010.

### LA MINIERA

È prevista la realizzazione di tre nuovi edifici e la sistemazione dell'area di pertinenza mediante la realizzazione di viabilità, parcheggi, aree a verde.

In tale area sono presenti le seguenti classi di pericolosità e di fattibilità in relazione agli interventi:

PERICOLOSITA'	TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO	→	FATTIBILITA'
<i>Pericolosità geologica elevata G.3</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.3</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.3</b>
<i>Pericolosità idraulica bassa I.1</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>

#### Aspetti geologici

Per gli interventi ricadenti in G3/PFE3, nelle schede di fattibilità si prescrive che, a livello esecutivo, possono essere realizzati, in aggiunta a quelli già effettuati, un adeguato numero di sondaggi geognostici con prelievo di campioni da analizzare in laboratorio e prove SPT, integrati eventualmente da altre prove, tra cui prove penetrometriche e da saggi geognostici. Si prescrive inoltre che siano eseguite verifiche di stabilità del versante sia allo stato attuale che di progetto.

La campagna geofisica esistente potrà essere integrata mediante prospezioni tramite profilo sismico a rifrazione o MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) o indagine Down-Hole, in relazione alla classe di indagine ai sensi del D.P.G.R. del

09/07/09 n. 36/R, Art. 7 punto 3, che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.

Inoltre dovranno essere effettuate adeguate opere di regimazione idraulica superficiale.

Aspetti idraulici

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, quanto previsto è attuabile e non sussistono limitazioni di carattere idraulico; tutte le opere non devono comunque determinare aggravi di pericolosità.

Tutela degli acquiferi:

Nelle aree ricadenti in classe di sensibilità 2, valgono le prescrizioni di cui all'Art. 10 par. 10.1.3 delle Discipline del PTCP2010.

**SAN FRANCESCO**

È prevista la realizzazione di tre nuovi edifici e la sistemazione dell'area di pertinenza mediante la realizzazione di viabilità, parcheggi, aree a verde.

In tale area sono presenti le seguenti classi di pericolosità e di fattibilità in relazione agli interventi:

<b>PERICOLOSITA'</b>	<b>TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO</b>	→	<b>FATTIBILITA'</b>
<i>Pericolosità geologica media G.2</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.1</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
<i>Pericolosità geologica elevata G.3</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.3</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.3</b>
<i>Pericolosità idraulica bassa I.1</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>

Aspetti geologici

Per gli interventi ricadenti in G3/PFE3, nelle schede di fattibilità si prescrive che, a livello esecutivo, possono essere realizzati, in aggiunta a quelli già effettuati, un adeguato numero di sondaggi geognostici con prelievo di campioni da analizzare in laboratorio e prove SPT, integrati eventualmente da altre prove, tra cui prove penetrometriche e da saggi geognostici. Si prescrive inoltre che siano eseguite verifiche di stabilità del versante sia allo stato attuale che di progetto.

La campagna geofisica esistente potrà essere integrata mediante prospezioni tramite profilo sismico a rifrazione o MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) o indagine Down-Hole, in relazione alla classe di indagine ai sensi del D.P.G.R. del 09/07/09 n. 36/R, Art. 7 punto 3, che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche

dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.

Inoltre dovranno essere effettuate opere di regimazione idraulica superficiale.

#### Aspetti idraulici

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, quanto previsto è attuabile e non sussistono limitazioni di carattere idraulico; tutte le opere non devono comunque determinare aggravii di pericolosità.

#### Tutela degli acquiferi:

Nelle aree ricadenti in classe di sensibilità 2, valgono le prescrizioni di cui all'Art. 10 par. 10.1.3 delle Discipline del PTCP2010.

### IL CAMPINO

È prevista la realizzazione di tre nuovi edifici e la sistemazione dell'area di pertinenza mediante la realizzazione di viabilità, parcheggi, aree a verde.

In tale area sono presenti le seguenti classi di pericolosità e di fattibilità in relazione agli interventi:

PERICOLOSITA'	TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO	→	FATTIBILITA'
<i>Pericolosità geologica media G.2</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.1</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
<i>Pericolosità idraulica bassa I.1</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>

#### Aspetti geologici

Per questi interventi, si potrà a livello esecutivo integrare la campagna geognostica eseguita, mediante la realizzazione di sondaggi geognostici con prelievo di campioni da analizzare in laboratorio e/o prove SPT, e/o prove penetrometriche integrate eventualmente da saggi geognostici, in base alla classe di indagine degli interventi definita con il DPGR 36/R del 9 luglio 2009.

La campagna geofisica esistente potrà essere integrata mediante prospezioni tramite profilo sismico a rifrazione o MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) o indagine Down-Hole, in relazione alla classe di indagine ai sensi del D.P.G.R. del 09/07/09 n. 36/R, Art. 7 punto 3, che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.

Inoltre dovranno essere effettuate opere di regimazione idraulica superficiale.

#### Aspetti idraulici

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, quanto previsto è attuabile e non sussistono limitazioni di carattere idraulico; tutte le opere non devono comunque determinare aggravii di pericolosità.

Tutela degli acquiferi:

Nelle aree ricadenti in classe di sensibilità 2, valgono le prescrizioni di cui all'Art. 10 par. 10.1.3 delle Discipline del PTCP2010.

**BORRATELLI**

È prevista la realizzazione di tre nuovi edifici e la sistemazione dell'area di pertinenza mediante la realizzazione di viabilità, parcheggi, aree a verde.

In tale area sono presenti le seguenti classi di pericolosità e di fattibilità in relazione agli interventi:

PERICOLOSITA'	TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO	→	FATTIBILITA'
<i>Pericolosità geologica media G.2</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.1</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
<i>Pericolosità idraulica bassa I.1</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>

Aspetti geologici

Per questi interventi, si potrà a livello esecutivo integrare la campagna geognostica eseguita, mediante la realizzazione di sondaggi geognostici con prelievo di campioni da analizzare in laboratorio e/o prove SPT, e/o prove penetrometriche integrate eventualmente da saggi geognostici, in base alla classe di indagine degli interventi definita con il DPGR 36/R del 9 luglio 2009.

La campagna geofisica esistente potrà essere integrata mediante prospezioni tramite profilo sismico a rifrazione o MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) o indagine Down-Hole, in relazione alla classe di indagine ai sensi del D.P.G.R. del 09/07/09 n. 36/R, Art. 7 punto 3, che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.

Inoltre dovranno essere effettuate opere di regimazione idraulica superficiale.

Aspetti idraulici

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, quanto previsto è attuabile e non sussistono limitazioni di carattere idraulico; tutte le opere non devono comunque determinare aggravii di pericolosità.

Tutela degli acquiferi:

Nelle aree ricadenti in classe di sensibilità 2, valgono le prescrizioni di cui all'Art. 10 par. 10.1.3 delle Discipline del PTCP2010.

**POGGIO ALTO**

È prevista la realizzazione di tre nuovi edifici e la sistemazione dell'area di pertinenza mediante la realizzazione di viabilità, parcheggi, aree a verde.

In tale area sono presenti le seguenti classi di pericolosità e di fattibilità in relazione agli interventi:

PERICOLOSITA'	TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO	→	FATTIBILITA'
<i>Pericolosità geologica elevata G.3</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.2</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.3</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità geologica F.3</b>
<i>Pericolosità idraulica bassa I.1</i>	<i>Aree a verde</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Parcheggi, viabilità</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>
	<i>Realizzazione nuovi fabbricati</i>	→	<b>Fattibilità idraulica F.1</b>

#### Aspetti geologici

Per gli interventi ricadenti in G3/F3, nelle schede di fattibilità si prescrive che, a livello esecutivo, possono essere realizzati, in aggiunta a quelli già effettuati, un adeguato numero di sondaggi geognostici con prelievo di campioni da analizzare in laboratorio e prove SPT, integrati eventualmente da altre prove, tra cui prove penetrometriche e da saggi geognostici. Si prescrive inoltre che siano eseguite verifiche di stabilità del versante sia allo stato attuale che di progetto.

La campagna geofisica esistente potrà essere integrata mediante prospezioni tramite profilo sismico a rifrazione o MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) o indagine Down-Hole, in relazione alla classe di indagine ai sensi del D.P.G.R. del 09/07/09 n. 36/R, Art. 7 punto 3, che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.

Inoltre dovranno essere effettuate adeguate opere di regimazione idraulica superficiale.

#### Aspetti idraulici

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, quanto previsto è attuabile e non sussistono limitazioni di carattere idraulico; tutte le opere non devono comunque determinare aggravamenti di pericolosità.

#### Tutela degli acquiferi:

Non ricade in nessuna area sensibile del PTCP2010.

Siena, dicembre 2018


  
**GEOSOL s.r.l.**  
**Dott. Geol. Mauro Cartocci**

# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

Castello di Casole

## COROGRAFIA



Scala 1:15.000

--- Limite area interventi

■ Edifici

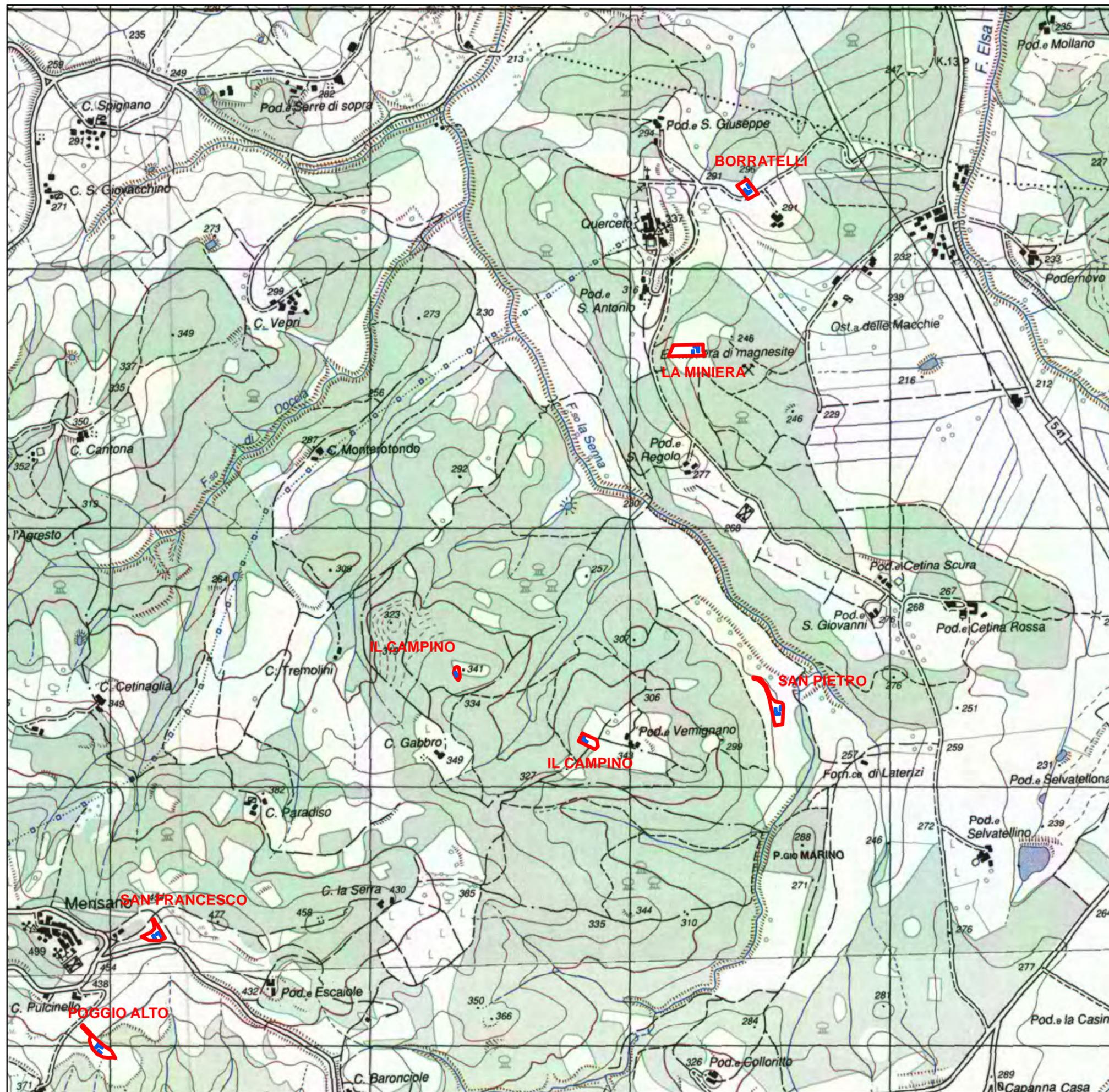
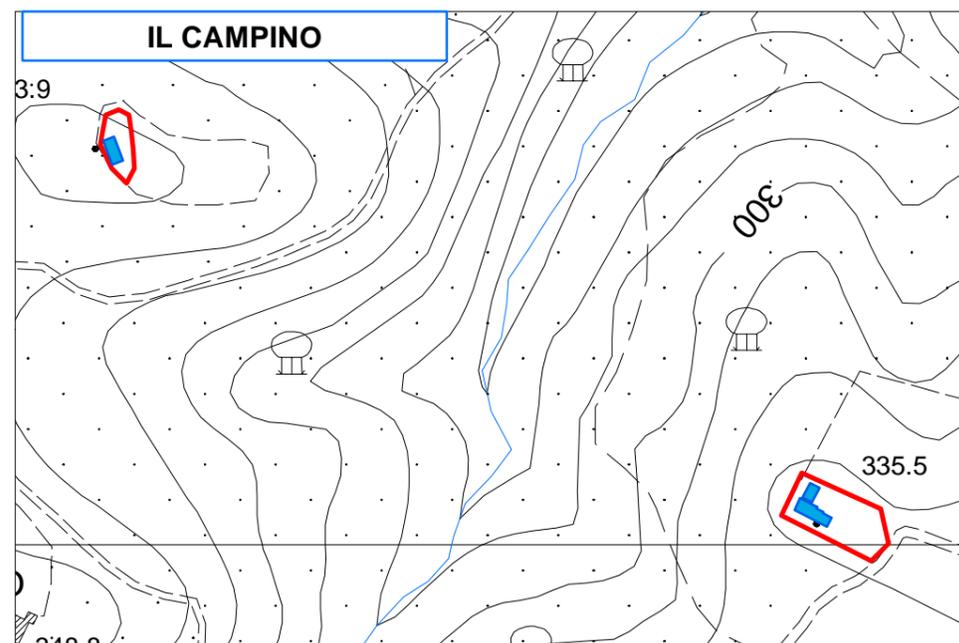
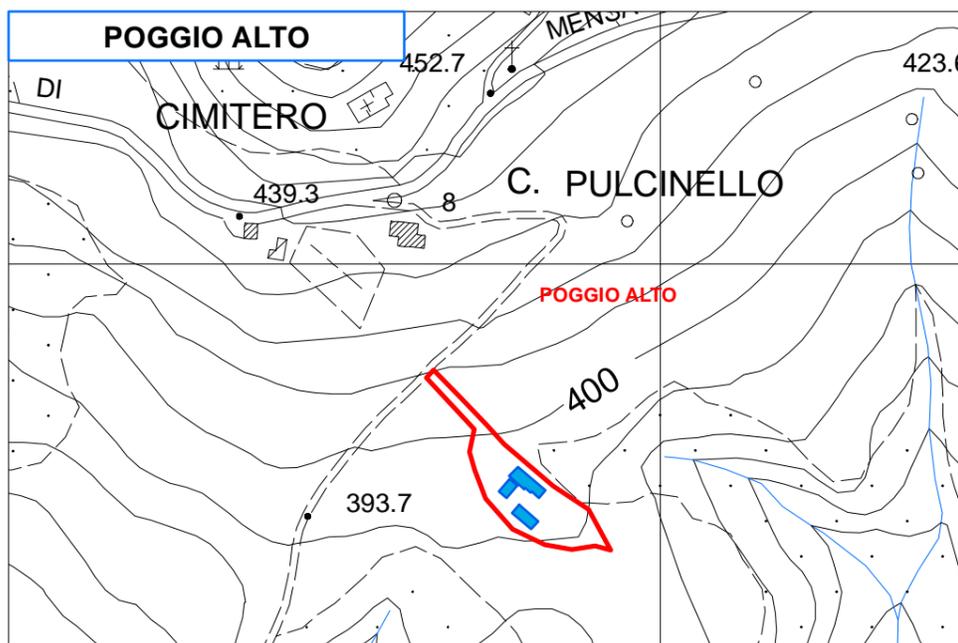
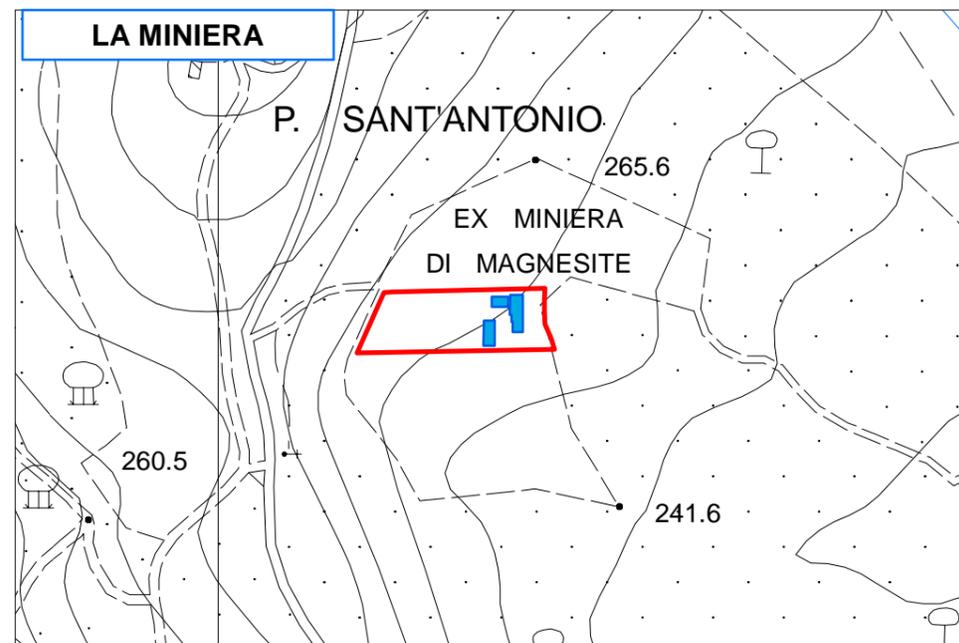
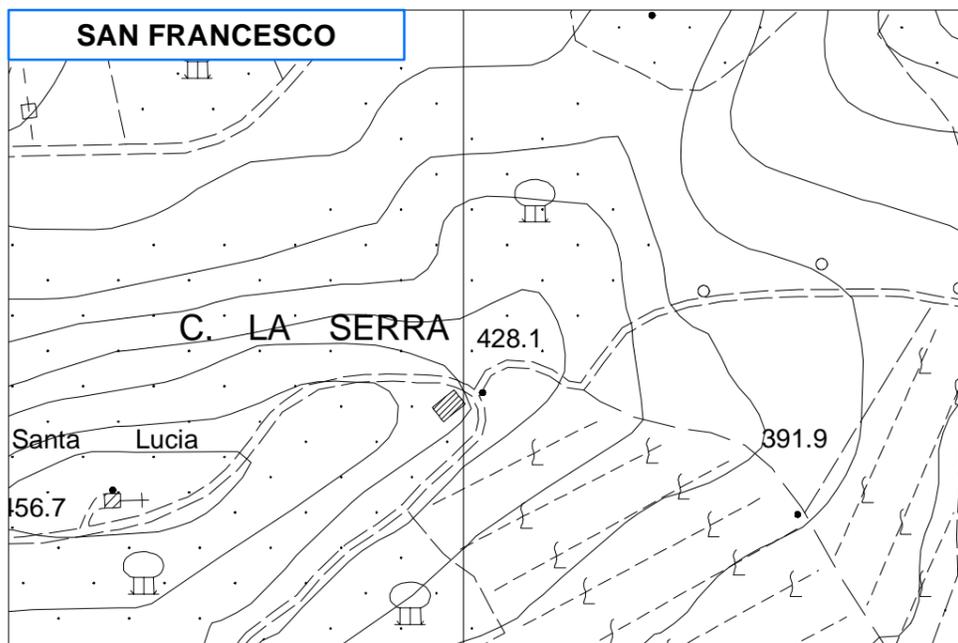
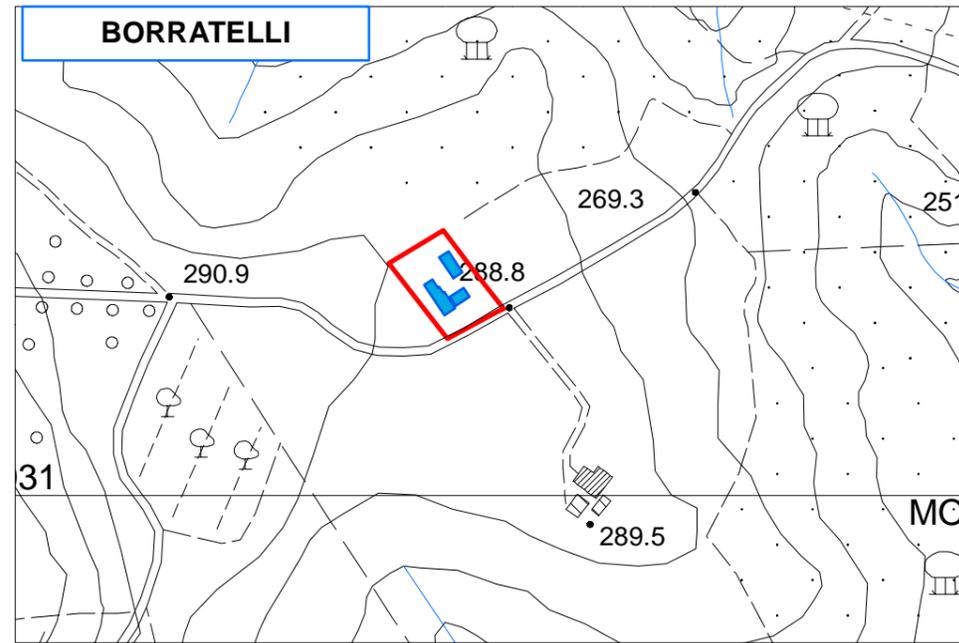
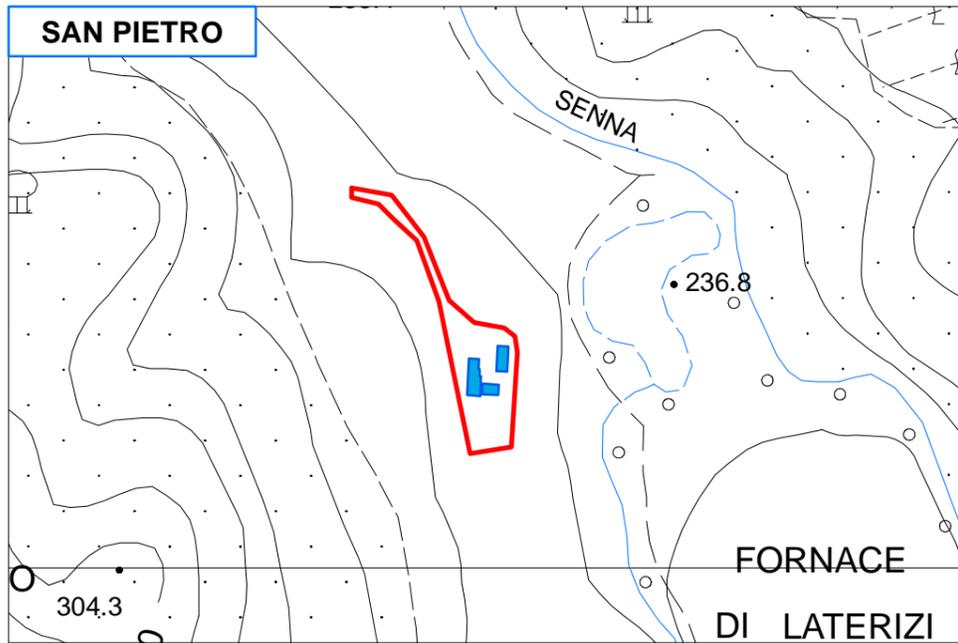


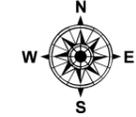
Fig.1



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

Castello di Casole

**COROGRAFIA**

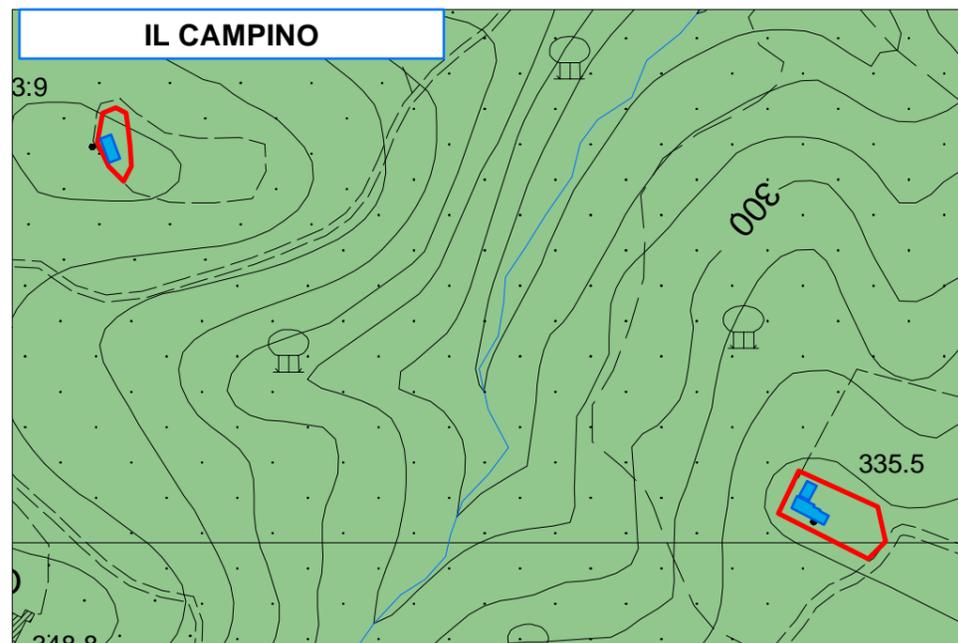
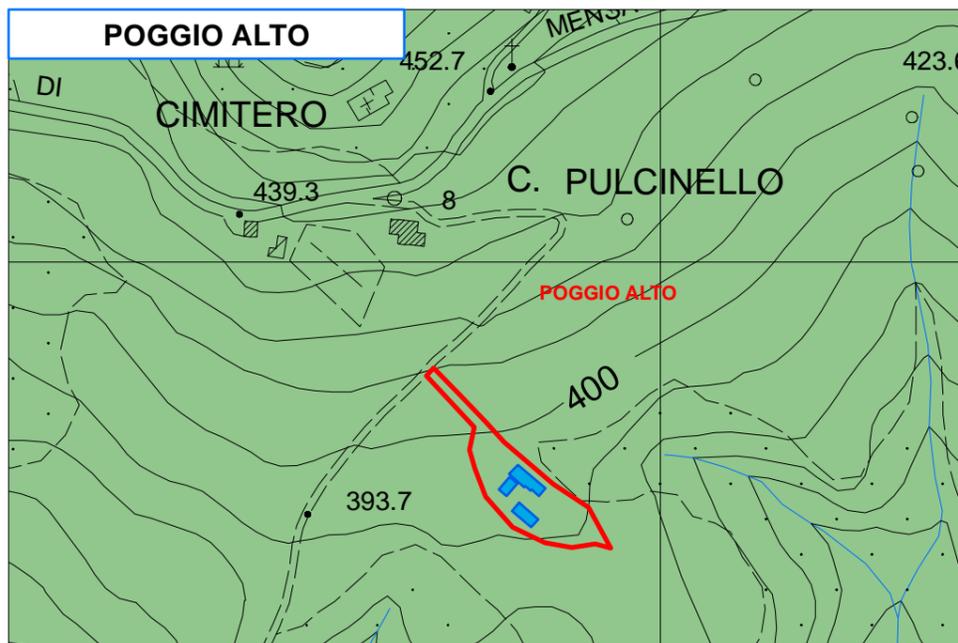
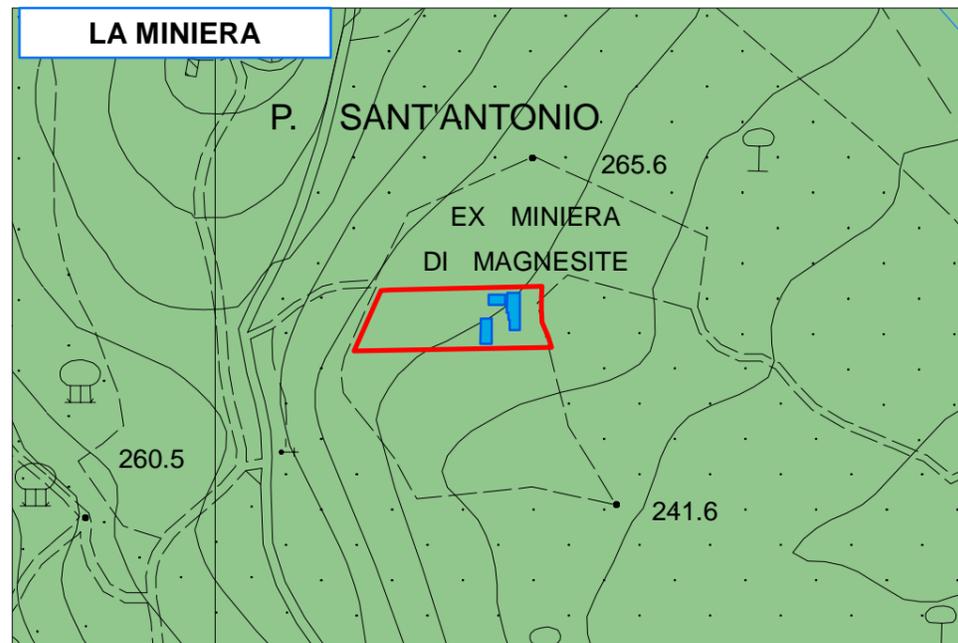
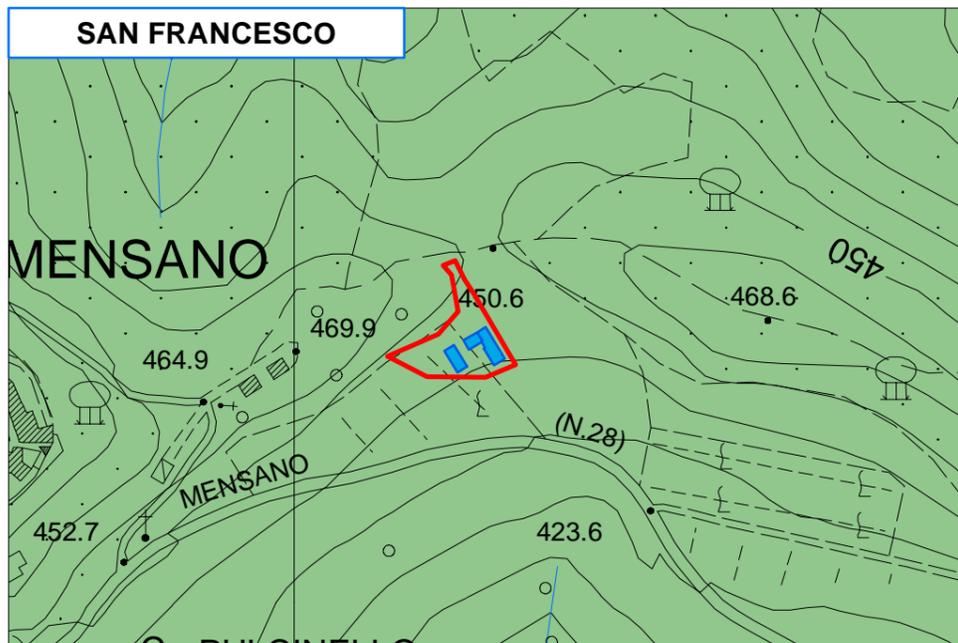
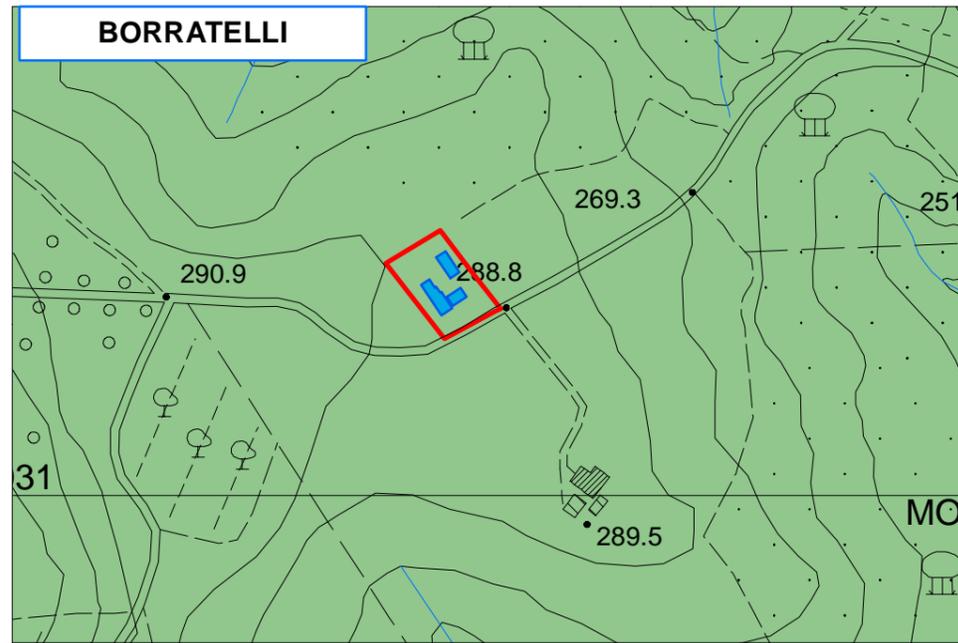
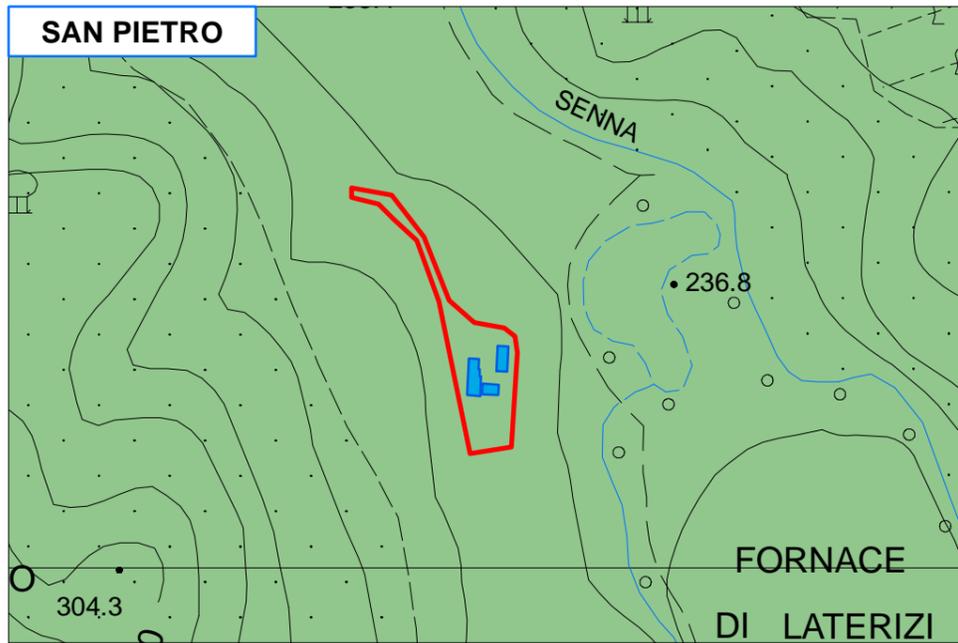


Scala 1:5.000

--- Limite area interventi

■ Edifici





# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

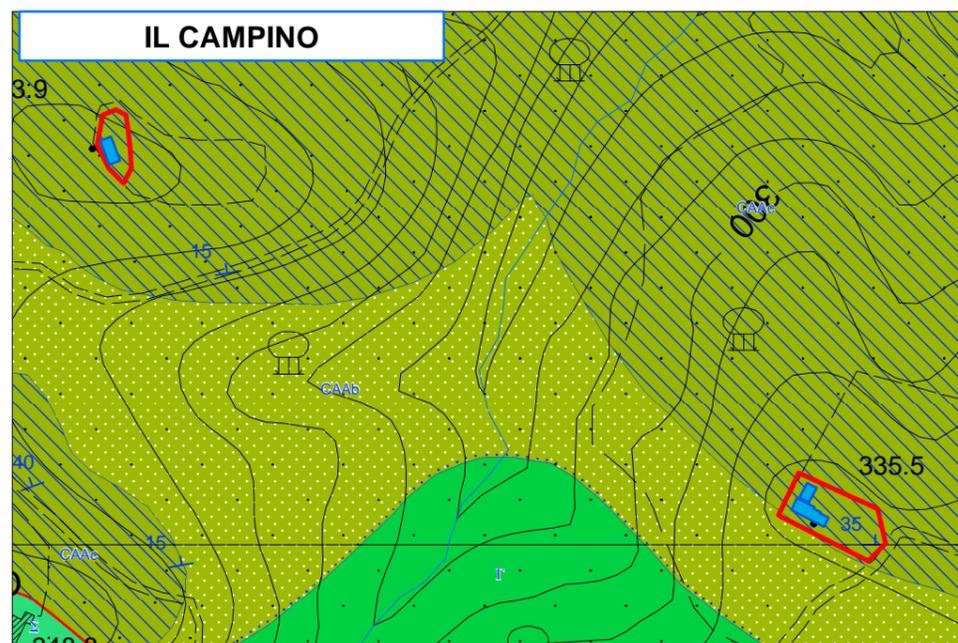
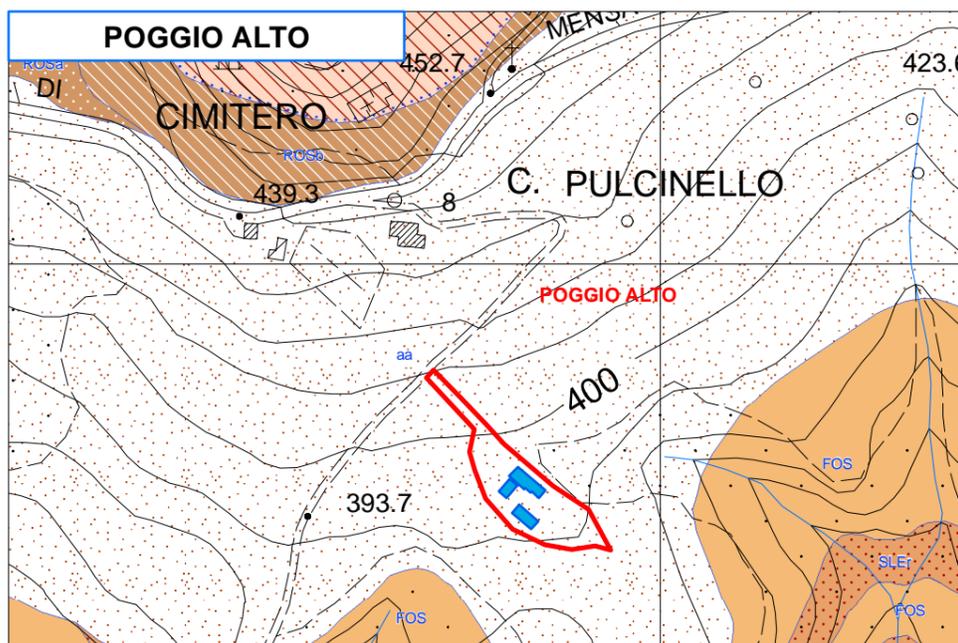
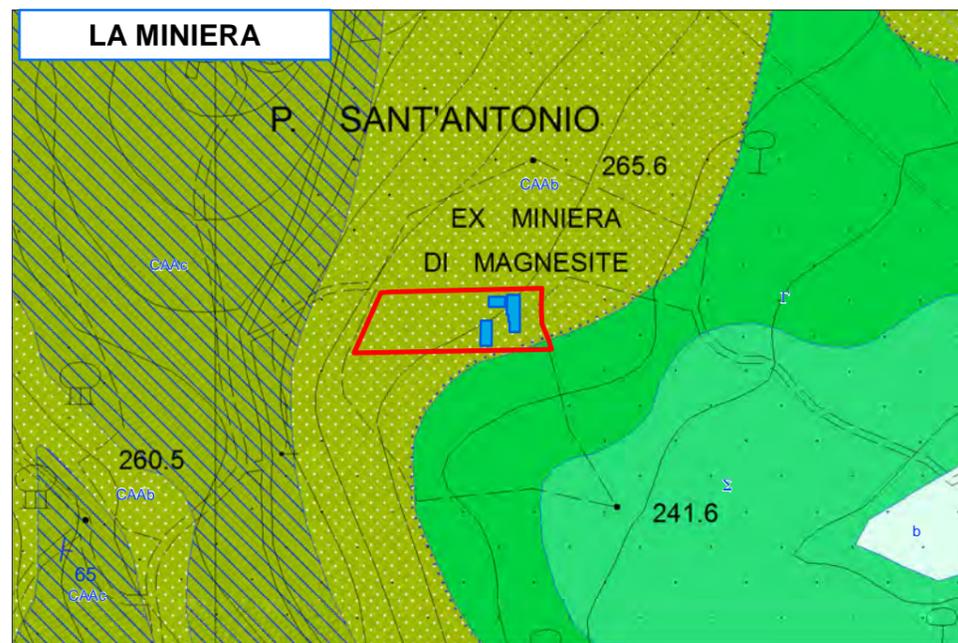
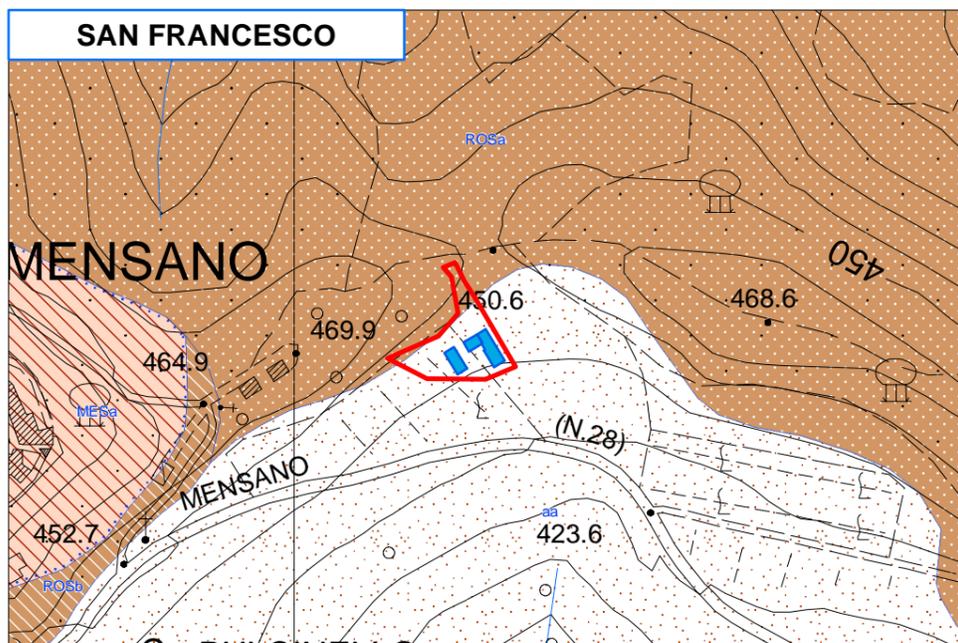
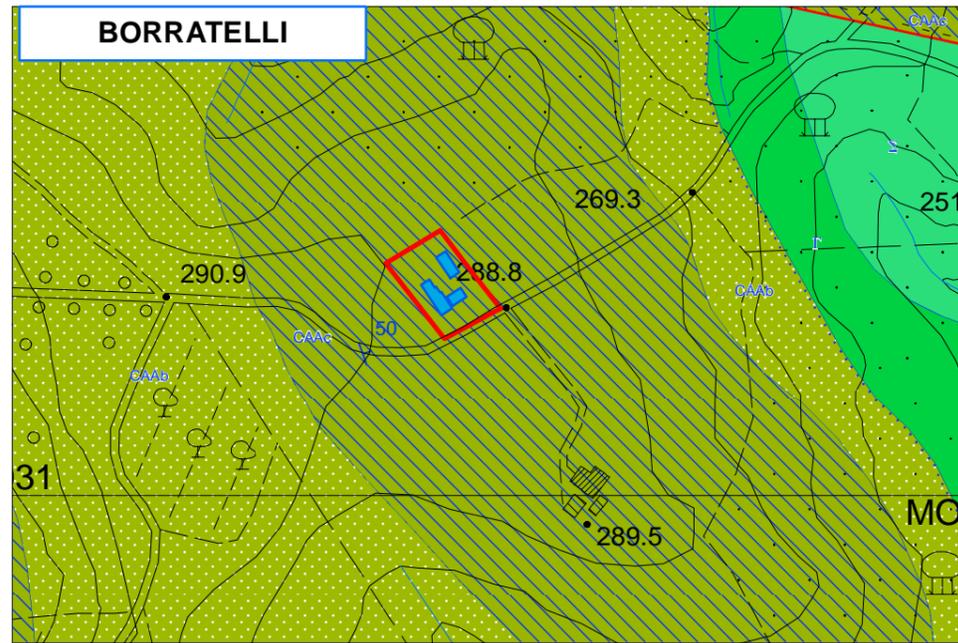
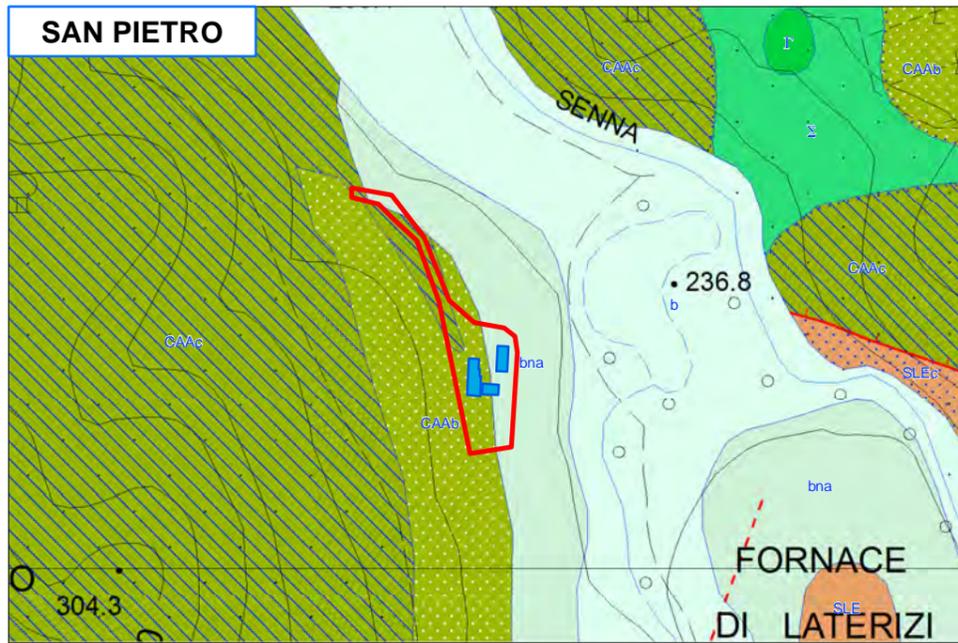
## Castello di Casole CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO



- - - Limite area interventi
- Edifici
- Vincolo idrogeologico
- Aree non sottoposte a vincolo idrogeologico

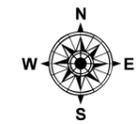


Fig.3



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

## Castello di Casole CARTA GEOLOGICA



Scala 1:5.000

--- Limite area interventi

Edifici

### DEPOSITI OLOCENICI

Depositi di versante

Deposito alluvionale attuale

Deposito alluvionale terrazzato

### DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

SABBIE DI S. VIVALDO.  
Sabbie e arenarie gialle

### DEPOSITI MIOCENICI

Depositi marini pre-evaporitici messiniani

Conglomerati

Argille del Torrente Fosci

Sabbie e arenarie

### DOMINIO LIGURE INTERNO

ARGILLE A PALOMBINI. Calcilutiti grigie alternate a banchi di argilliti laminitiche grigio-marroni.

Calcarei a calpionelle

Diaspri

Basalti con strutture a *pillow-lava*

Gabbri con filoni basaltici

Peridotiti serpentizzate con filoni gabbri e basaltici

### DOMINIO LIGURE ESTERNO

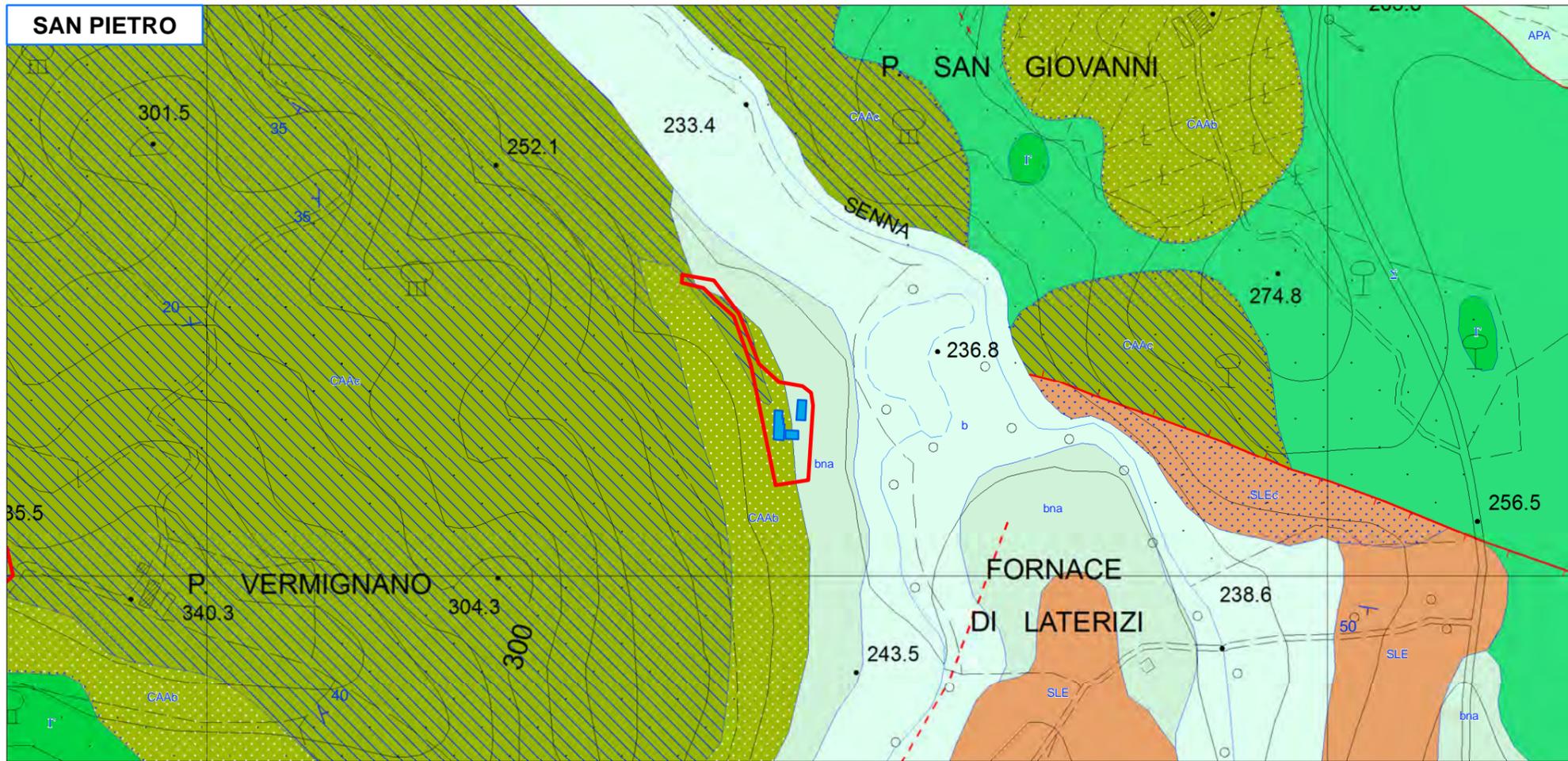
UNITA' DEI "FLYSCH A ELMINTOIDI" E DI OTTONE

Calcarei marnosi, marne, calcilutiti e in subordine argilliti e arenarie calcaree

Brecce sedimentarie, conglomerati con elementi ofiolitici.



Fig.4



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

## Castello di Casole CARTA GEOLOGICA



--- Limite area interventi

Edifici

*DEPOSITI OLOCENICI*

Depositi di versante

Deposito alluvionale attuale

Deposito alluvionale terrazzato

*DEPOSITI MARINI PLIOCENICI*

SABBIE DI S. VIVALDO.  
Sabbie e arenarie gialle

*DEPOSITI MIOCENICI*

Depositi marini pre-evaporitici messiniani

Conglomerati

Argille del Torrente Fosci

Sabbie e arenarie

*DOMINIO LIGURE INTERNO*

ARGILLE A PALOMBINI. Calcilutiti grigie alternate a banchi di argilliti laminitiche grigio-marroni.

Calcarei a calpionelle

Diaspri

Basalti con struttura a *pillow-lava*

Gabbri con filoni basaltici

Peridotiti serpentinizzate con filoni gabbri e basaltici

*DOMINIO LIGURE ESTERNO*

UNITA' DEI "FLYSCH A ELMINTOIDI" E DI OTTONE

Calcarei marnosi, marne, calcilutiti e in subordine argilliti e arenarie calcaree

Brecce sedimentarie, conglomerati con elementi ofiolitici.

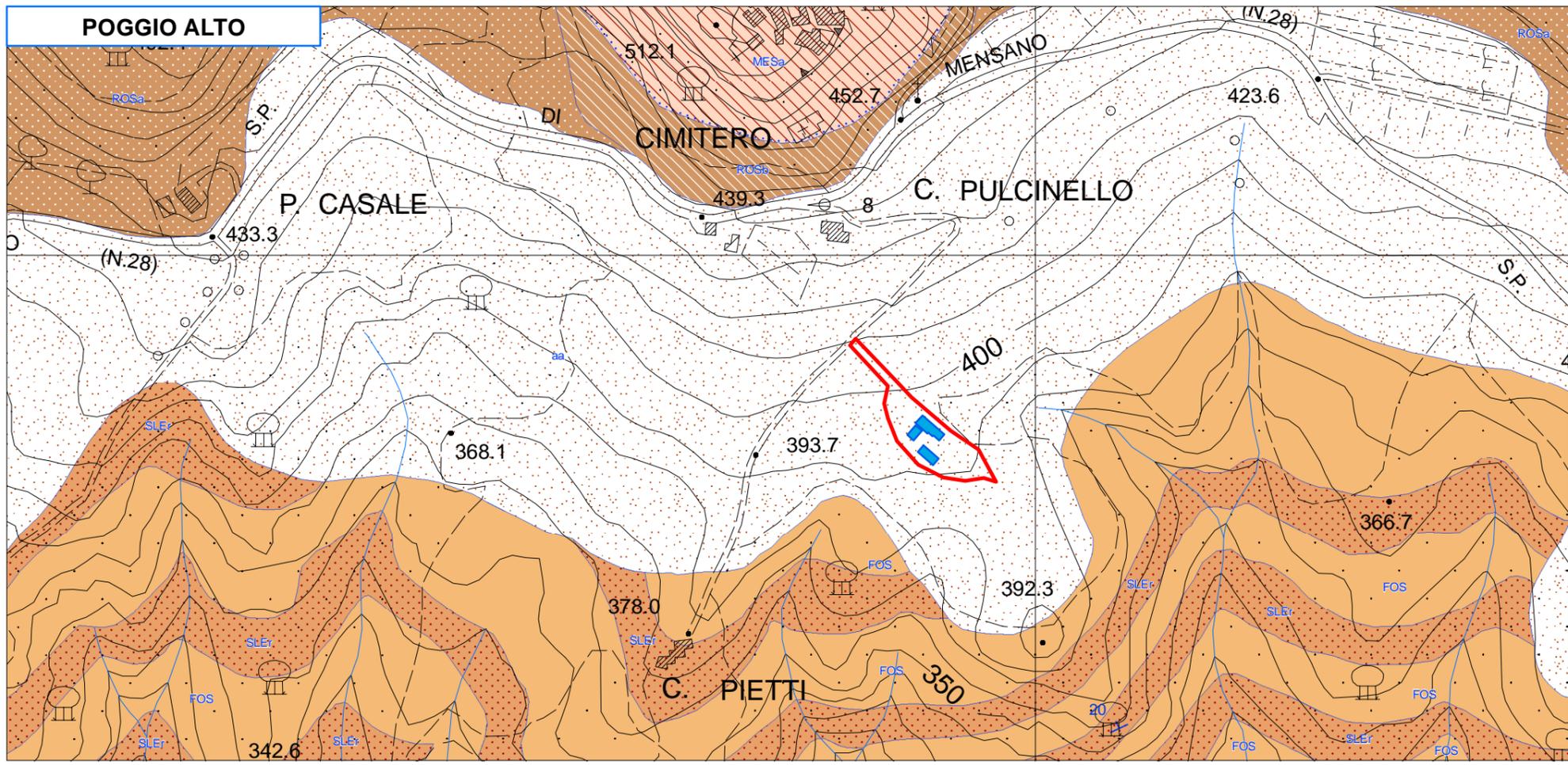
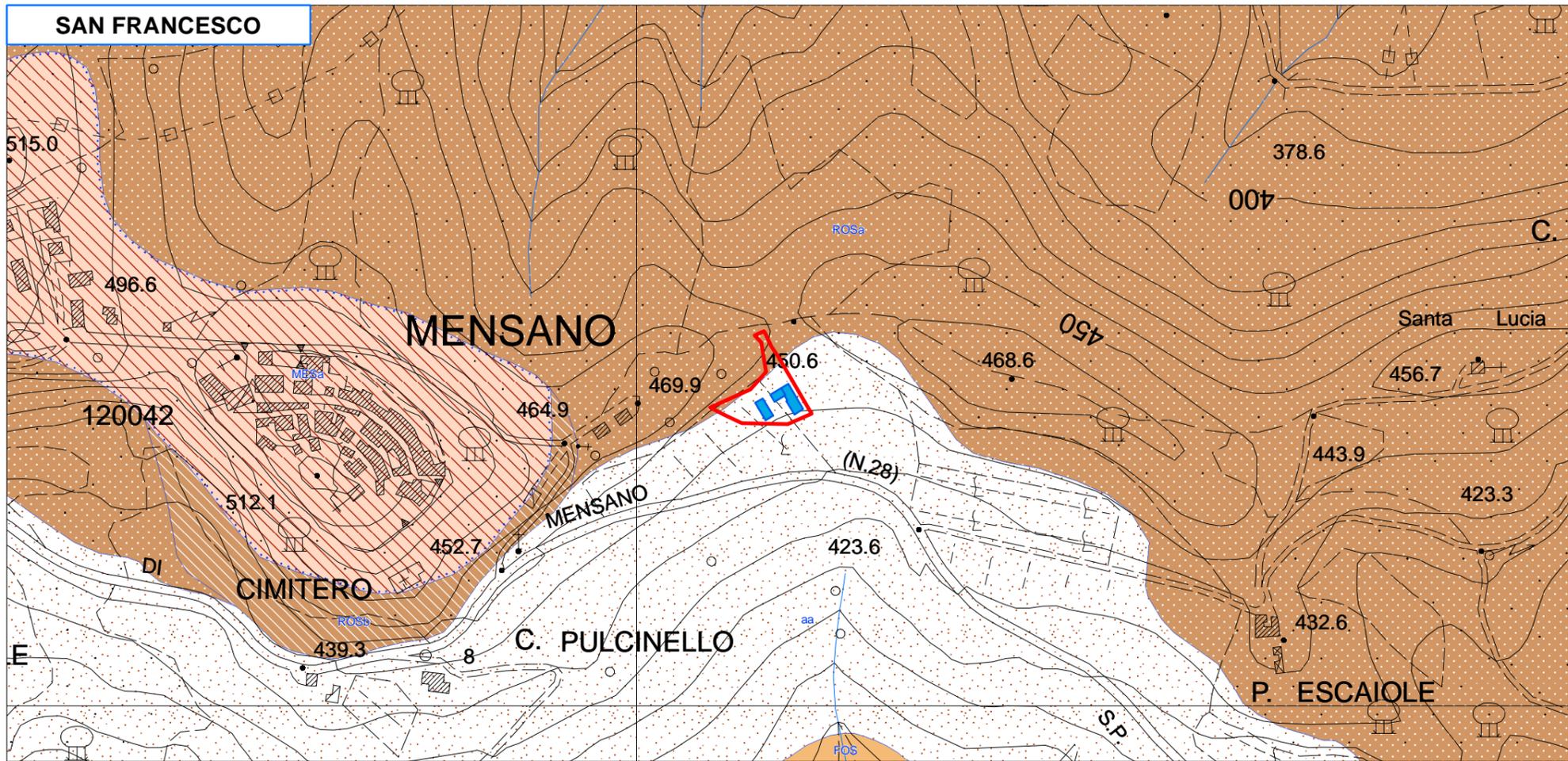
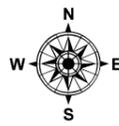


Fig.4a



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

Castello di Casole  
**CARTA GEOLOGICA**



Scala 1:5.000

--- Limite area interventi

Edifici

*DEPOSITI OLOCENICI*

aa Depositi di versante

b Deposito alluvionale attuale

bn Deposito alluvionale terrazzato

*DEPOSITI MARINI PLIOCENICI*

PLs SABBIE DI S. VIVALDO.  
 Sabbie e arenarie gialle

*DEPOSITI MIOCENICI*

Depositi marini pre-evaporitici messiniani

ROSa Conglomerati

FOS Argille del Torrente Fosci

SLEc Sabbie e arenarie

*DOMINIO LIGURE INTERNO*

APA ARGILLE A PALOMBINI. Calcilutiti grigie alternate a banchi di argilliti laminitiche grigio-marroni.

CCL Calcari a calpionelle

DSD Diaspri

β Basalti con strutture a *pillow-lava*

γ Gabbri con filoni basaltici

z Peridotiti serpentizzate con filoni gabbri e basaltici

*DOMINIO LIGURE ESTERNO*

UNITA' DEI "FLYSCH A ELMINTOIDI"  
 E DI OTTONE

CAa Calcari marnosi, marne, calcilutiti e in subordinate argilliti e arenarie calcaree

CAc Breccie sedimentarie, conglomerati con elementi ofiolitici.

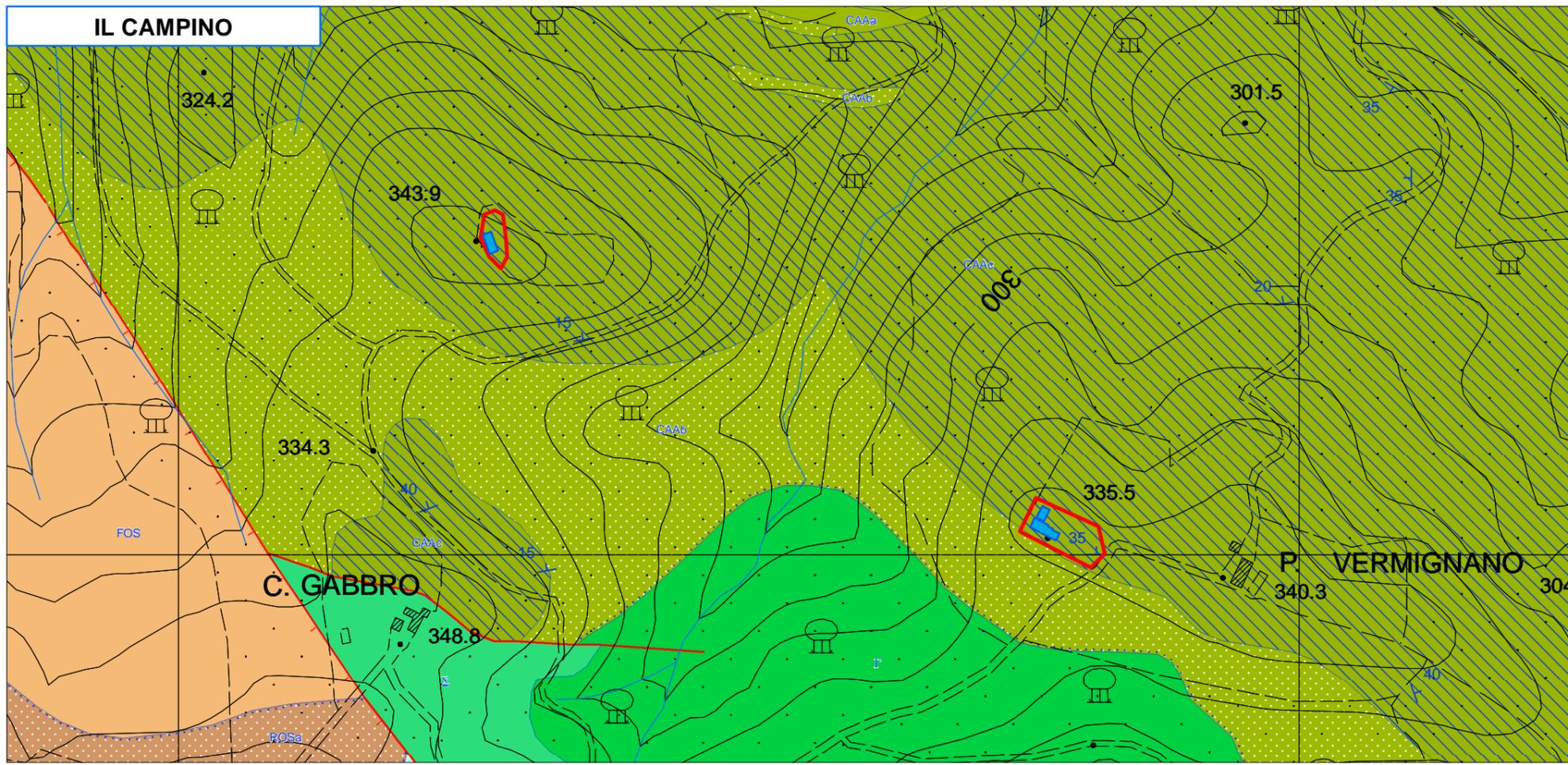
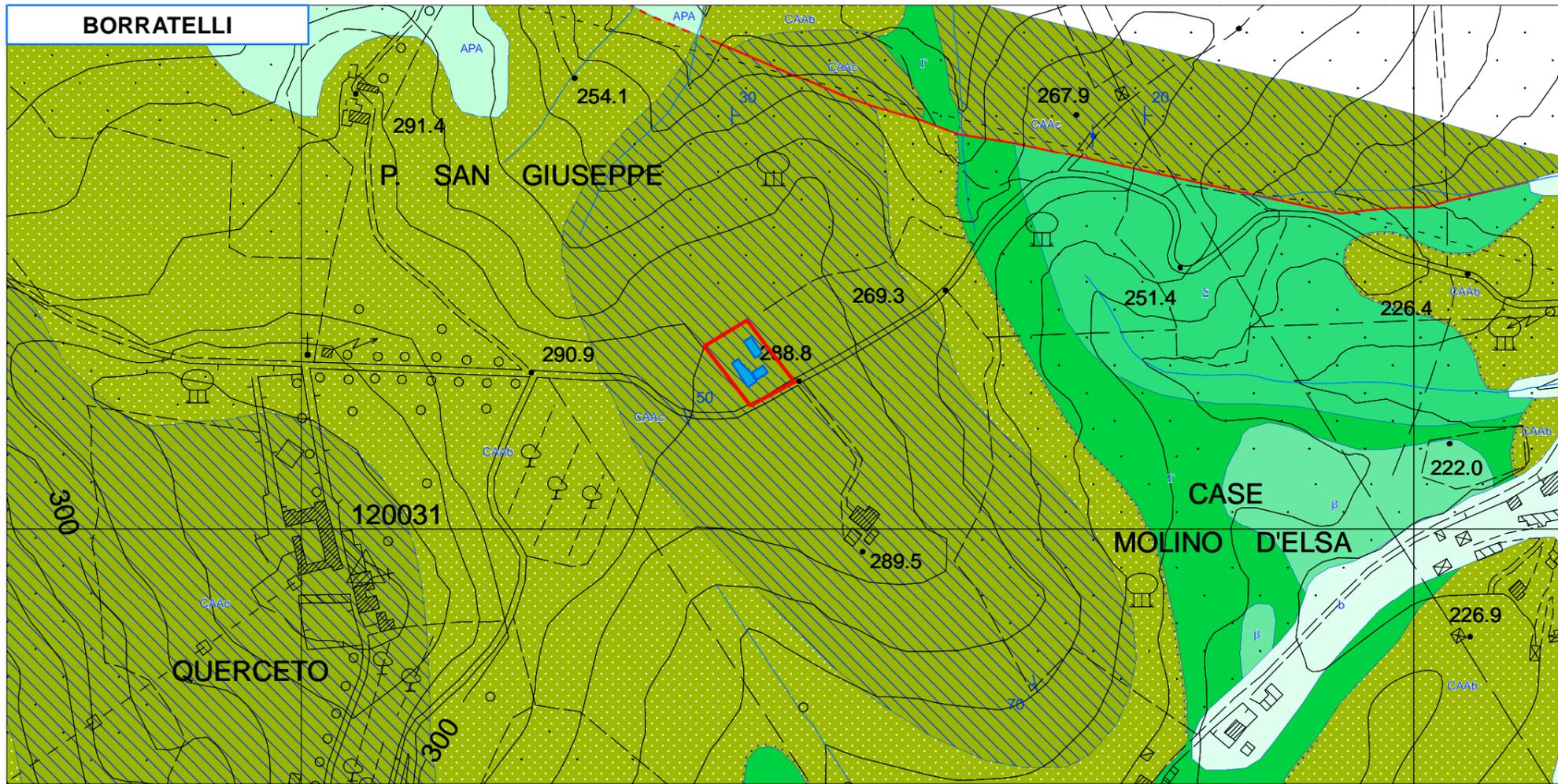
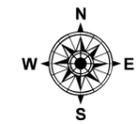


Fig.4b



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

## Castello di Casole CARTA GEOLOGICA



Scala 1:5.000

--- Limite area interventi

Edifici

### DEPOSITI OLOCENICI

Depositi di versante

Deposito alluvionale attuale

Deposito alluvionale terrazzato

### DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

SABBIE DI S. VIVALDO.  
Sabbie e arenarie gialle

### DEPOSITI MIOCENICI

Depositi marini pre-evaporitici messiniani

Conglomerati

Argille del Torrente Fosci

Sabbie e arenarie

### DOMINIO LIGURE INTERNO

ARGILLE A PALOMBINI. Calcilutiti grigie alternate a banchi di argilliti laminitiche grigio-marroni.

Calcarei a calpionelle

Diaspri

Basalti con struttura a *pillow-lava*

Gabbri con filoni basaltici

Peridotiti serpentinizzate con filoni gabbri e basaltici

### DOMINIO LIGURE ESTERNO

UNITA' DEI "FLYSCH A ELMINTOIDI" E DI OTTONE

Calcarei marnosi, marne, calcilutiti e in subordine argilliti e arenarie calcaree

Brecce sedimentarie, conglomerati con elementi ofiolitici.

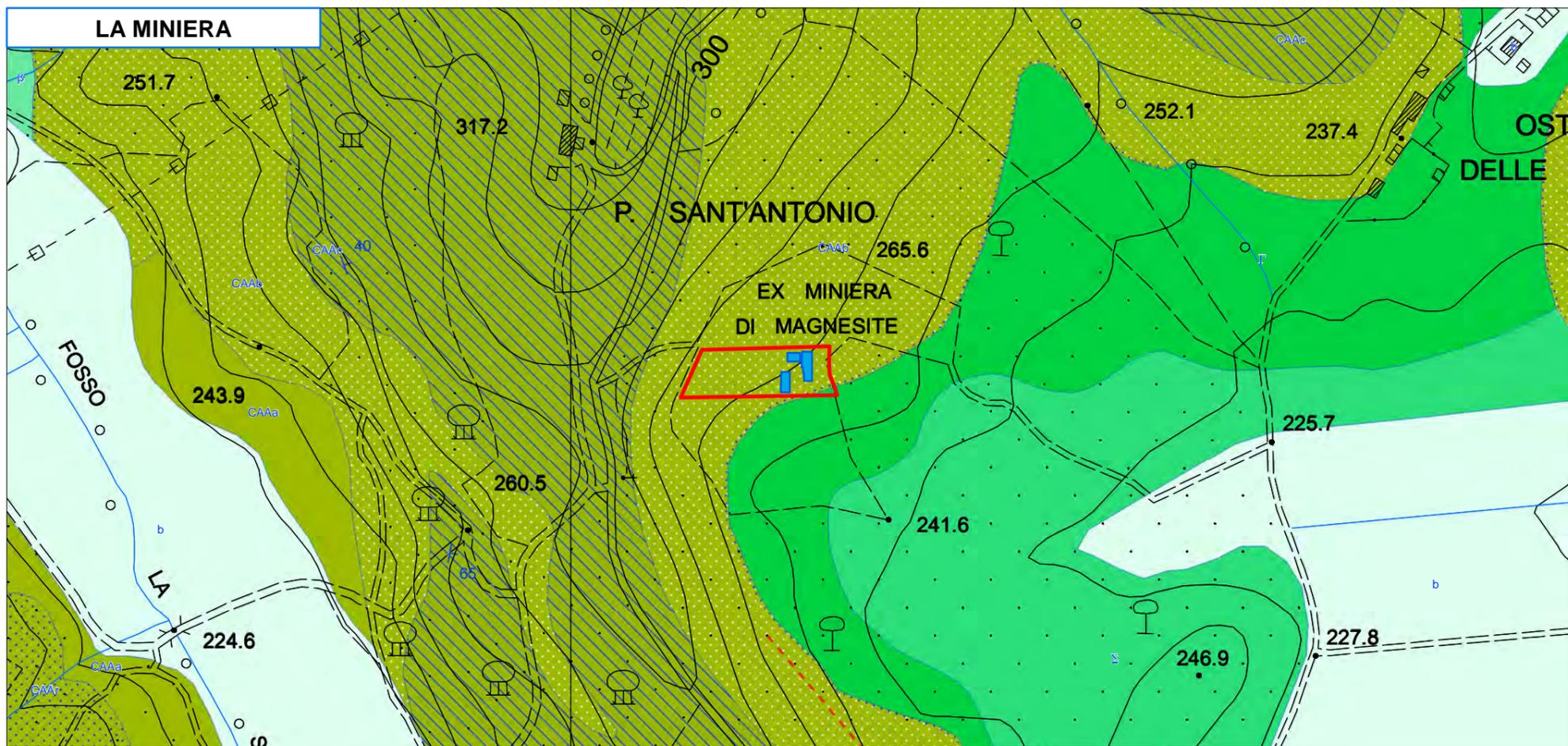
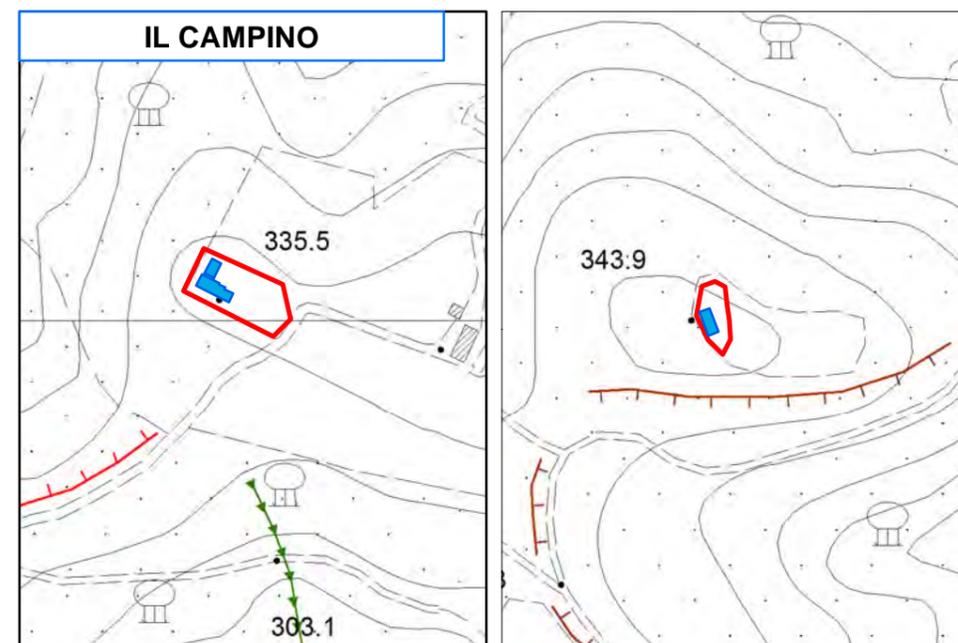
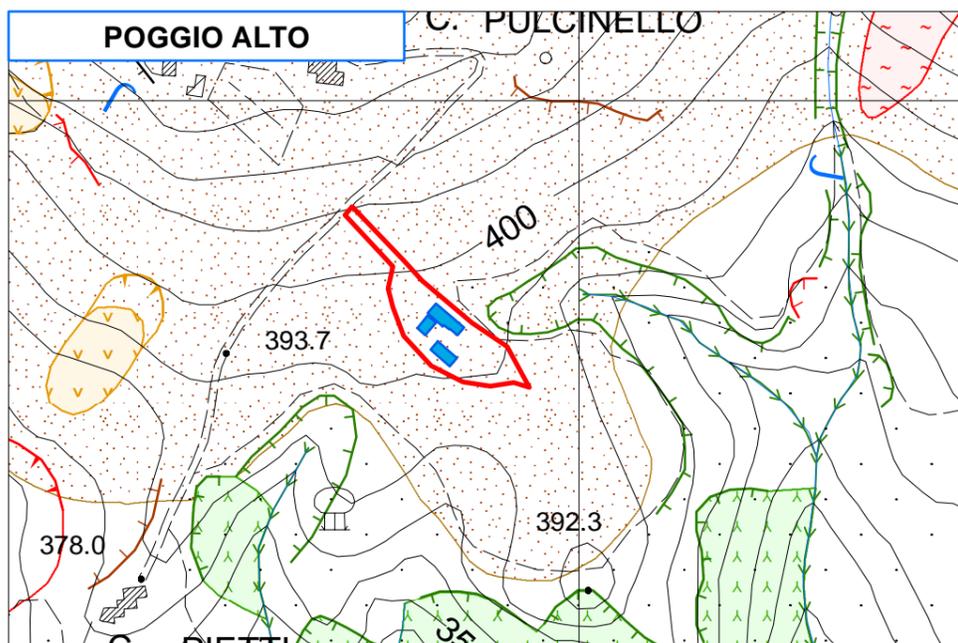
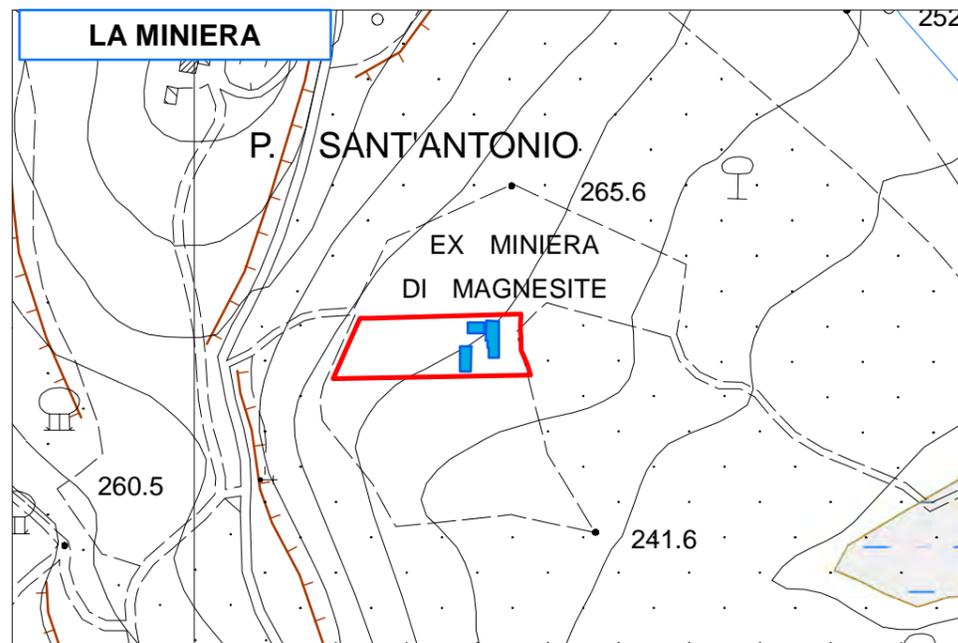
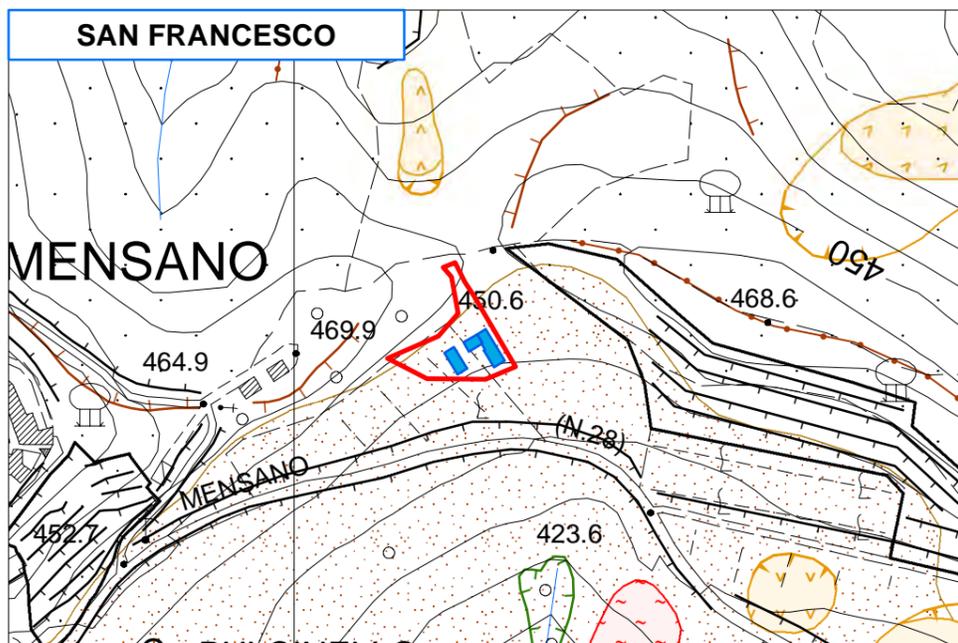
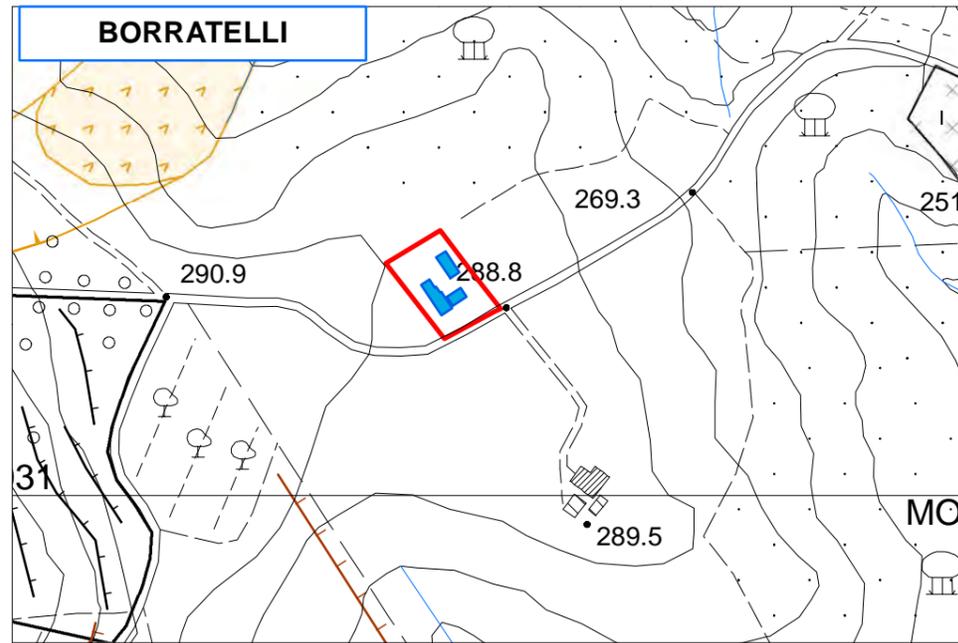
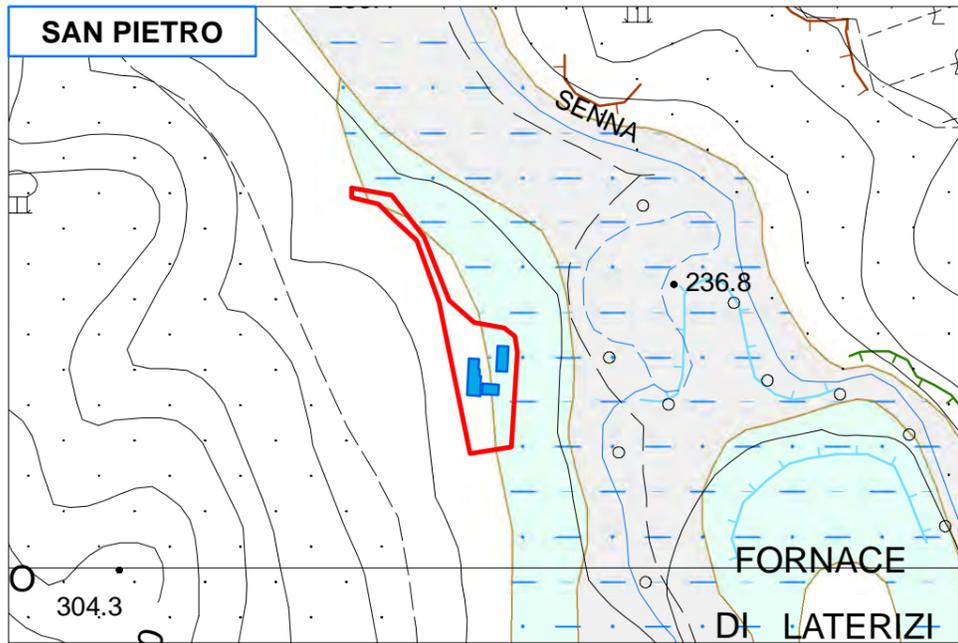
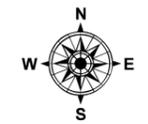


Fig.4c



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

## Castello di Casole CARTA GEOMORFOLOGICA



Scala 1:5.000

--- Limite area interventi

■ Edifici

### MORFOLOGIE E PROCESSI GRAVITATIVI

- 1) (2) (3) (4) Frane attive
- Aree a franosità diffusa attiva
- 1) (2) (3) (4) Frane quiescenti
- (1) Corona di distacco, (2) area di distacco e (3) area di accumulo  
(4) Frane non cartografabili

Soliflussi e movimenti superficiali dei suoli

Scarpata di degradazione con indizi di instabilità

Scarpata di origine mista senza indizi di instabilità

Cresta

### FORME DI DILAVAMENTO E DISSOLUZIONE

Aree soggette a dilavamento ed erosione ad opera delle acque superficiali

Aree calanchive e forme similari

Scarpata di degradazione con indizi di instabilità

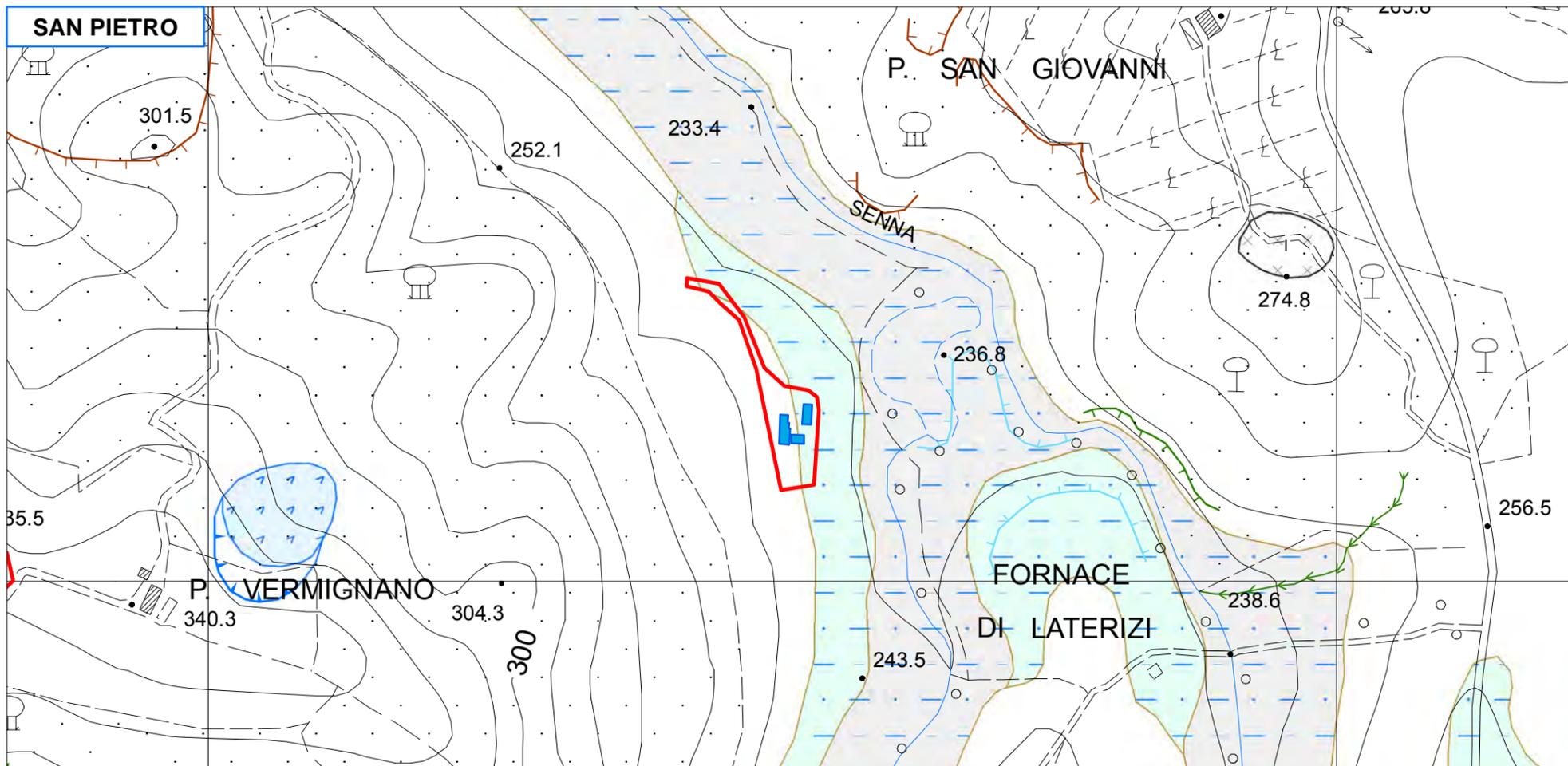
### DEPOSITI E COPERTURE

Orlo di terrazzo alluvionale

Depositi alluvionali terrazzati

Depositi alluvionali recenti e attuali

Depositi di versante. Coltri detritiche eterometriche in prevalenza non cementate



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

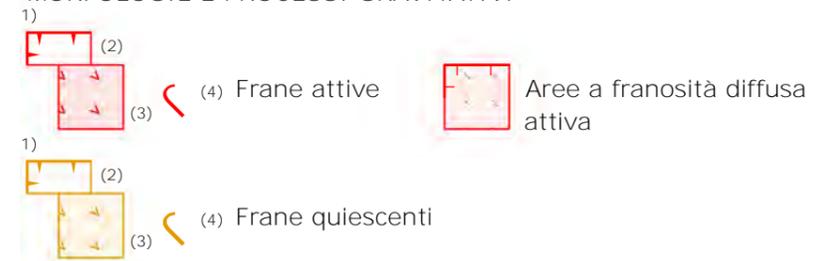
## Castello di Casole CARTA GEOMORFOLOGICA



--- Limite area interventi

■ Edifici

### MORFOLOGIE E PROCESSI GRAVITATIVI



(1) Corona di distacco, (2) area di distacco e (3) area di accumulo  
(4) Frane non cartografabili

⊗ Soliflussi e movimenti superficiali dei suoli

Scarpata di degradazione con indizi di instabilità

Scarpata di origine mista senza indizi di instabilità

Cresta

### FORME DI DILAVAMENTO E DISSOLUZIONE

▲ Aree soggette a dilavamento ed erosione ad opera delle acque superficiali

▲ Aree calanchive e forme similari

Scarpata di degradazione con indizi di instabilità

### DEPOSITI E COPERTURE

Orlo di terrazzo alluvionale

Depositi alluvionali terrazzati

Depositi alluvionali recenti e attuali

Depositi di versante. Coltri detritiche eterometriche in prevalenza non cementate

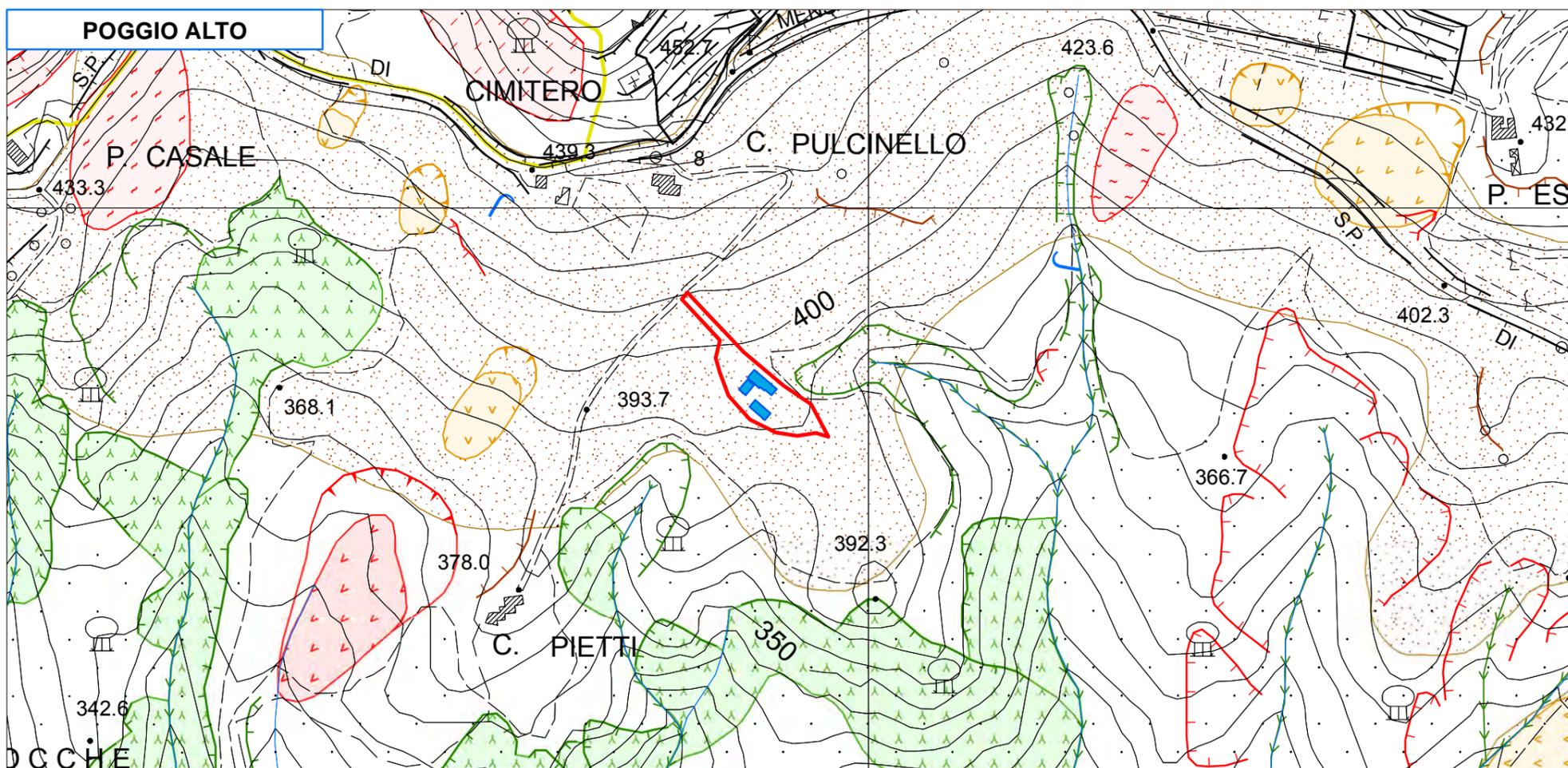
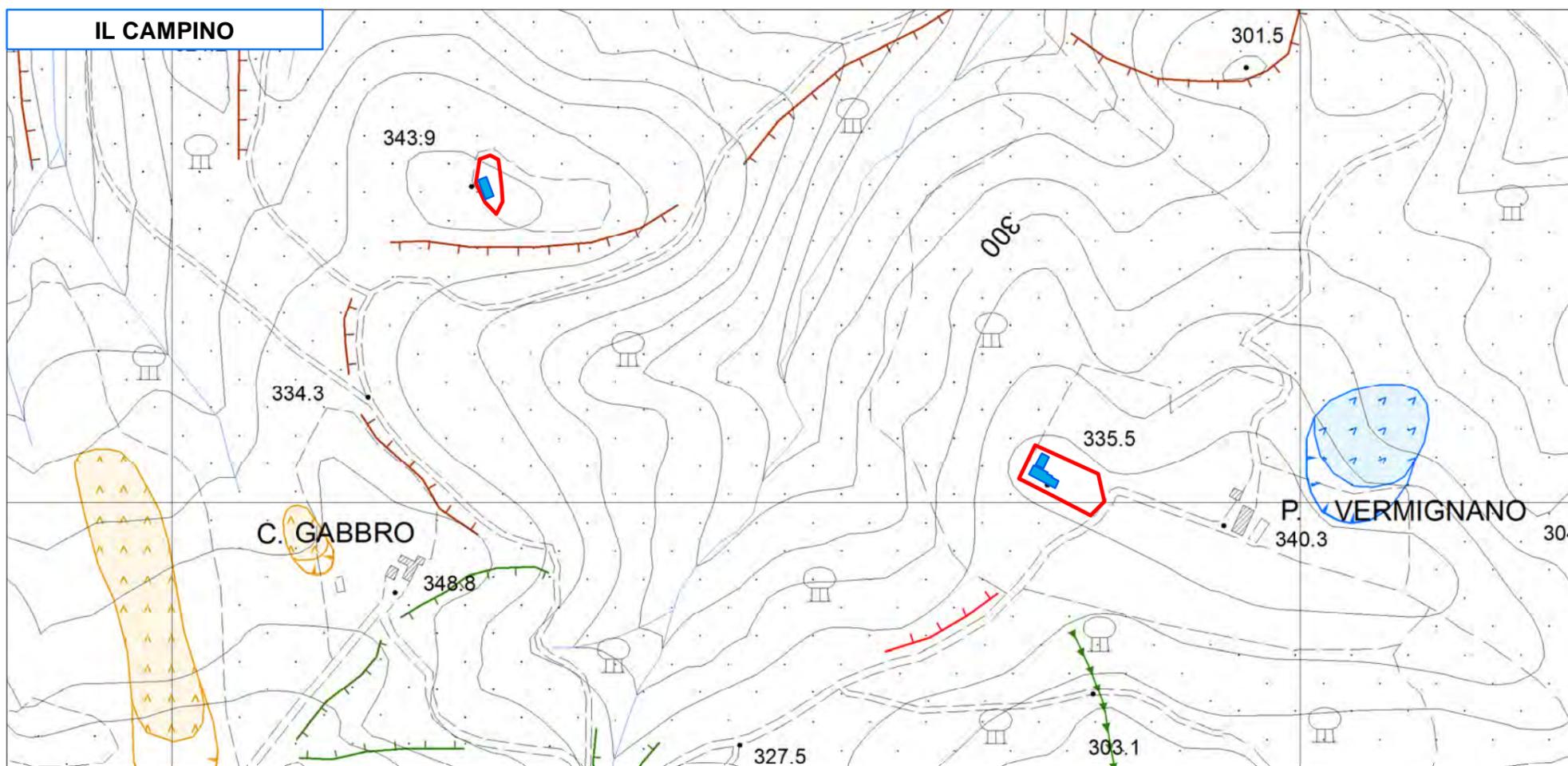
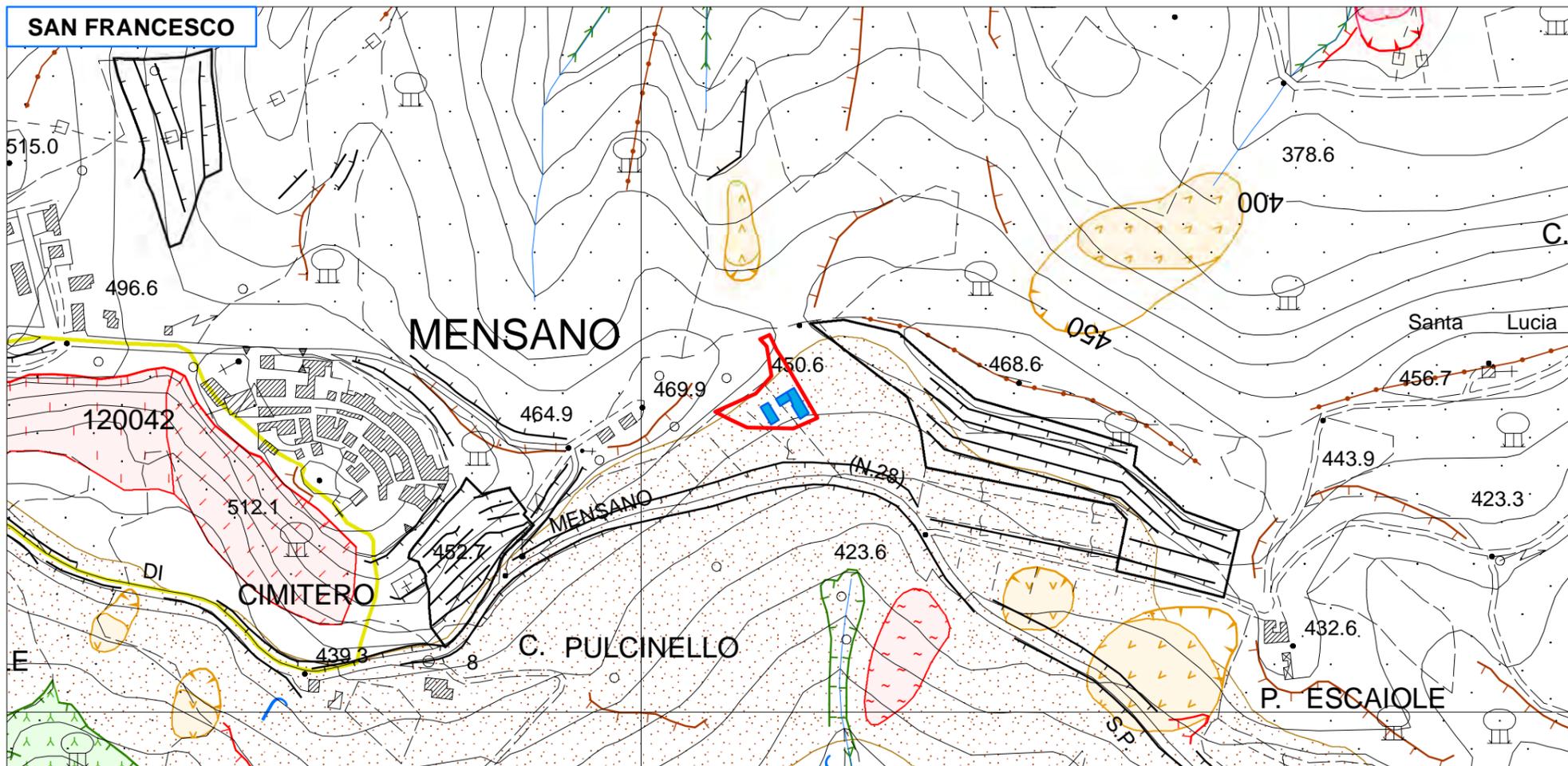


Fig.5a



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

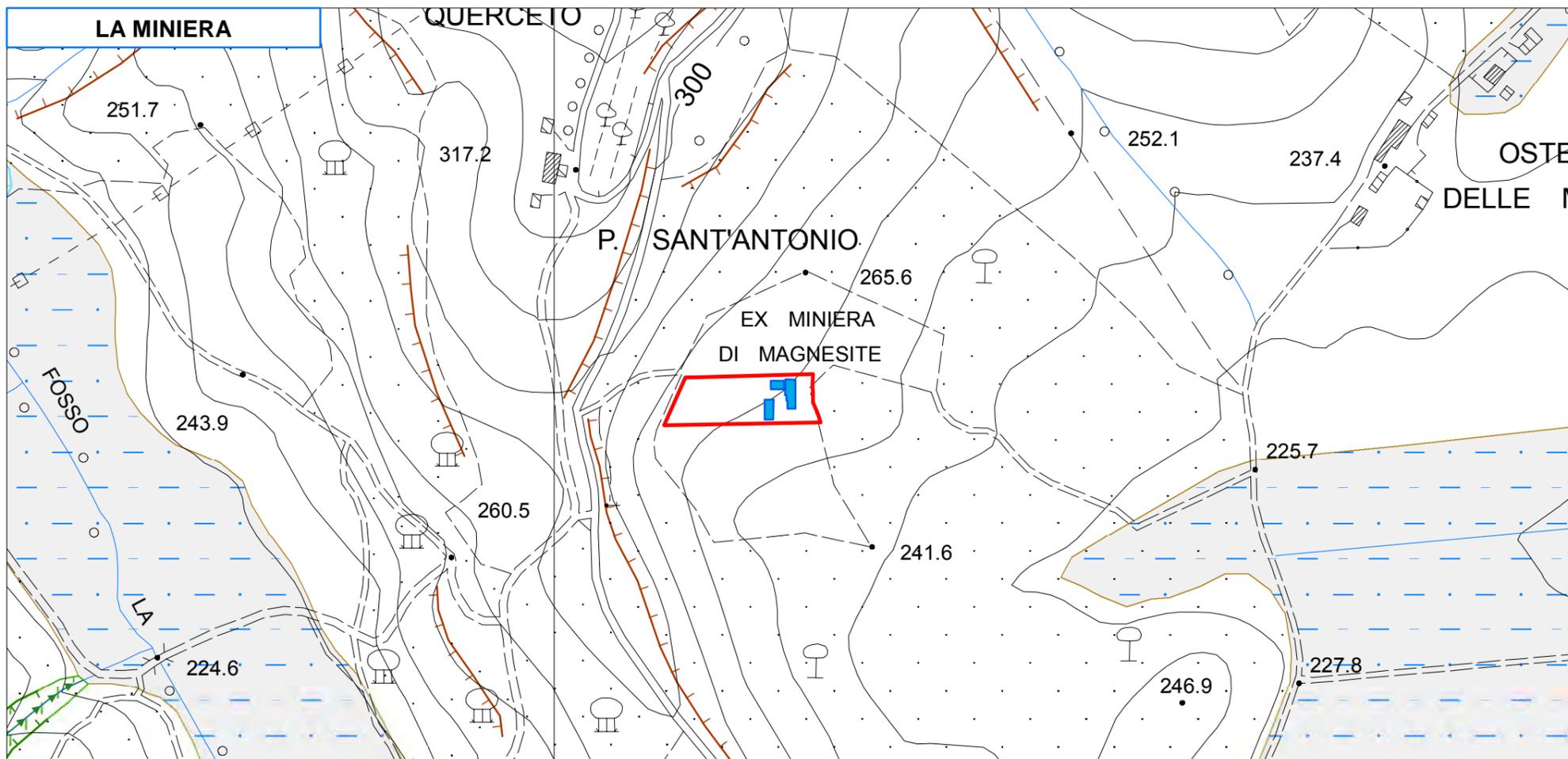
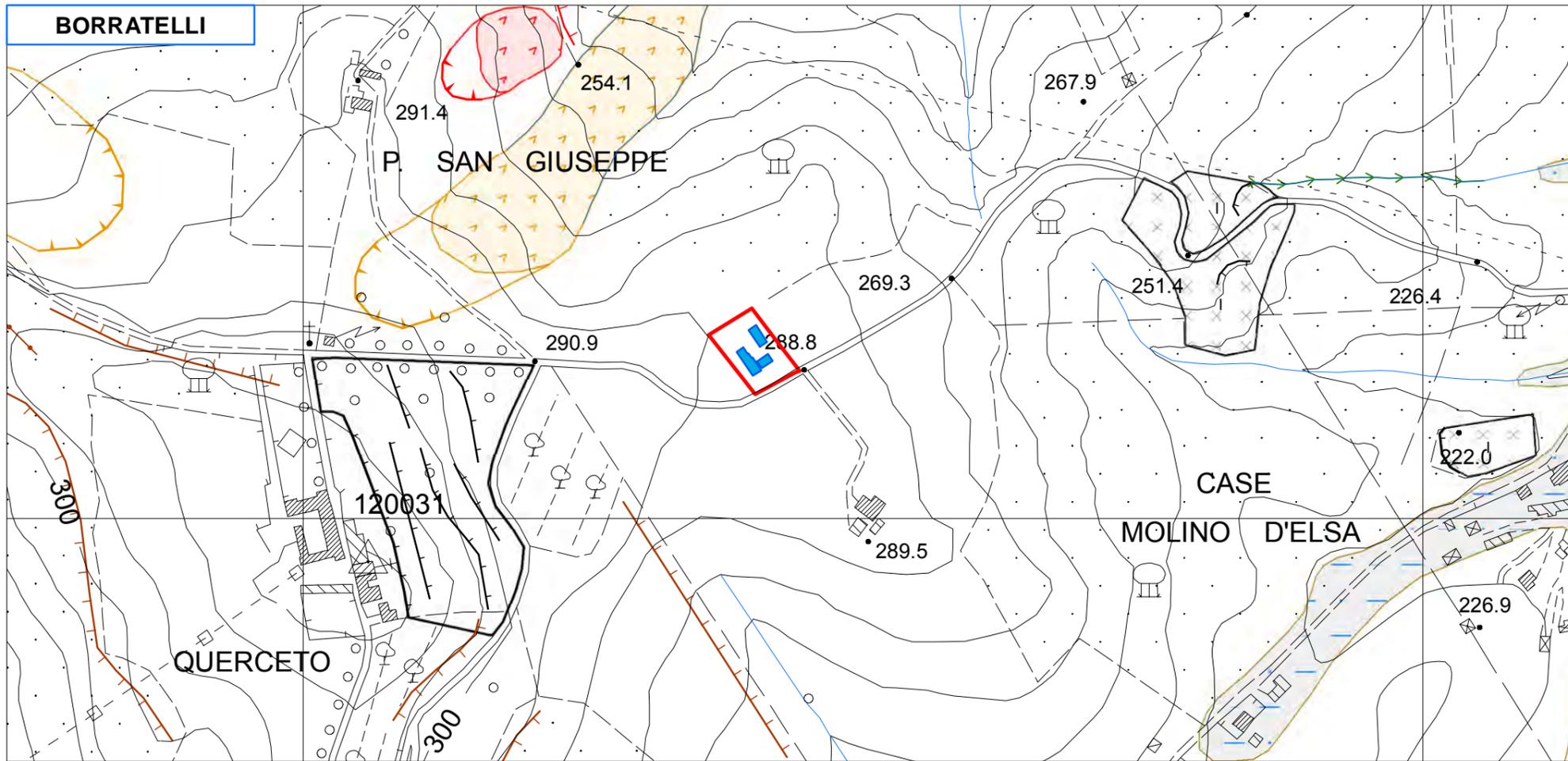
## Castello di Casole CARTA GEOMORFOLOGICA



- - - Limite area interventi
  - Edifici
- MORFOLOGIE E PROCESSI GRAVITATIVI**
- 1)   (2)   (3)   (4) Frane attive   Aree a franosità diffusa attiva
- 1)   (2)   (3)   (4) Frane quiescenti
- (1) Corona di distacco, (2) area di distacco e (3) area di accumulo  
(4) Frane non cartografabili
- × Soliflussi e movimenti superficiali dei suoli
  - ~ Scarpata di degradazione con indizi di instabilità
  - ~ Scarpata di origine mista senza indizi di instabilità
  - ~ Cresta
- FORME DI DILAVAMENTO E DISSOLUZIONE**
- Aree soggette a dilavamento ed erosione ad opera delle acque superficiali
  - Aree calanchive e forme similari
  - ~ Scarpata di degradazione con indizi di instabilità
- DEPOSITI E COPERTURE**
- Orlo di terrazzo alluvionale
  - Depositi alluvionali terrazzati
  - Depositi alluvionali recenti e attuali
  - Depositi di versante. Coltri detritiche eterometriche in prevalenza non cementate

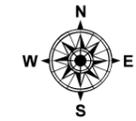


Fig.5b



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

## Castello di Casole CARTA GEOMORFOLOGICA



Scala 1:5.000

--- Limite area interventi

■ Edifici

### MORFOLOGIE E PROCESSI GRAVITATIVI

- 1) (2) (3) (4) Frane attive
- 1) (2) (3) (4) Frane quiescenti
- 1) (2) (3) Aree a franosità diffusa attiva

(1) Corona di distacco, (2) area di distacco e (3) area di accumulo  
(4) Frane non cartografabili

✕ Soliflussi e movimenti superficiali dei suoli

- Scarpata di degradazione con indizi di instabilità
- Scarpata di origine mista senza indizi di instabilità
- Cresta

### FORME DI DILAVAMENTO E DISSOLUZIONE

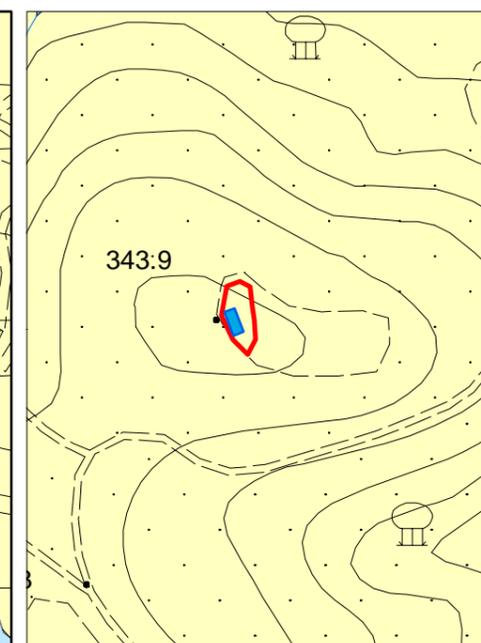
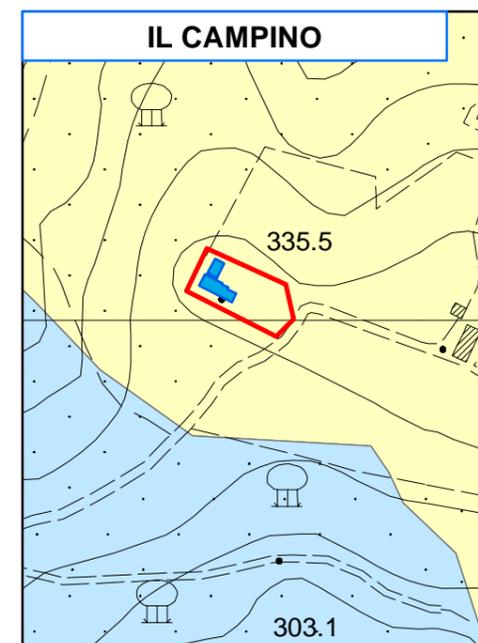
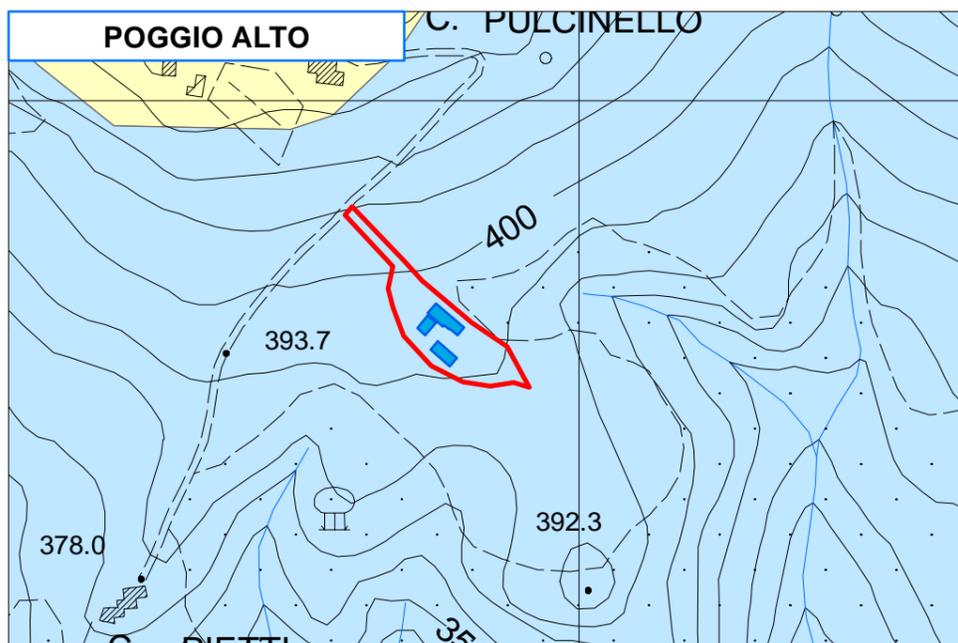
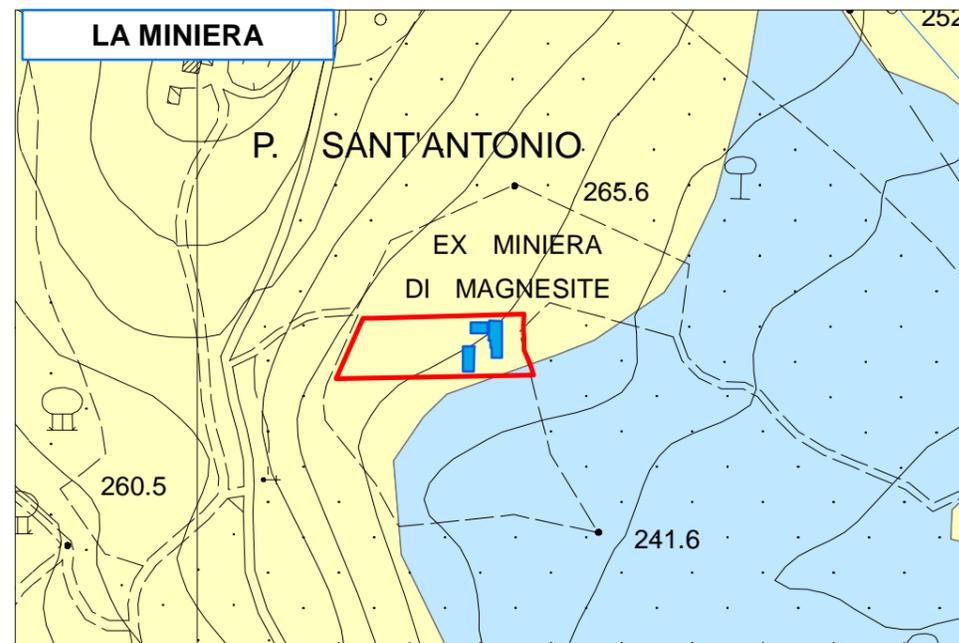
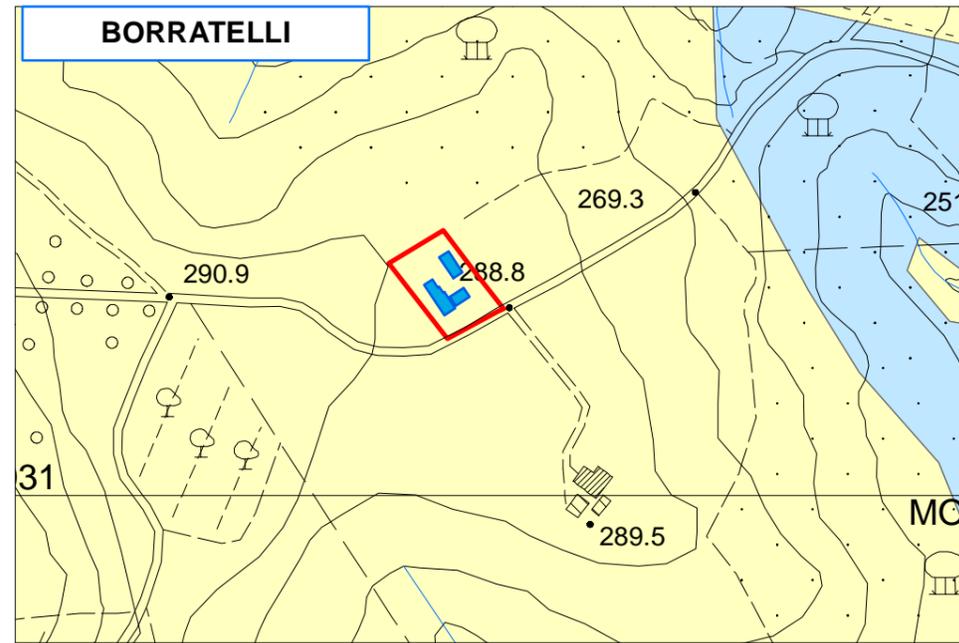
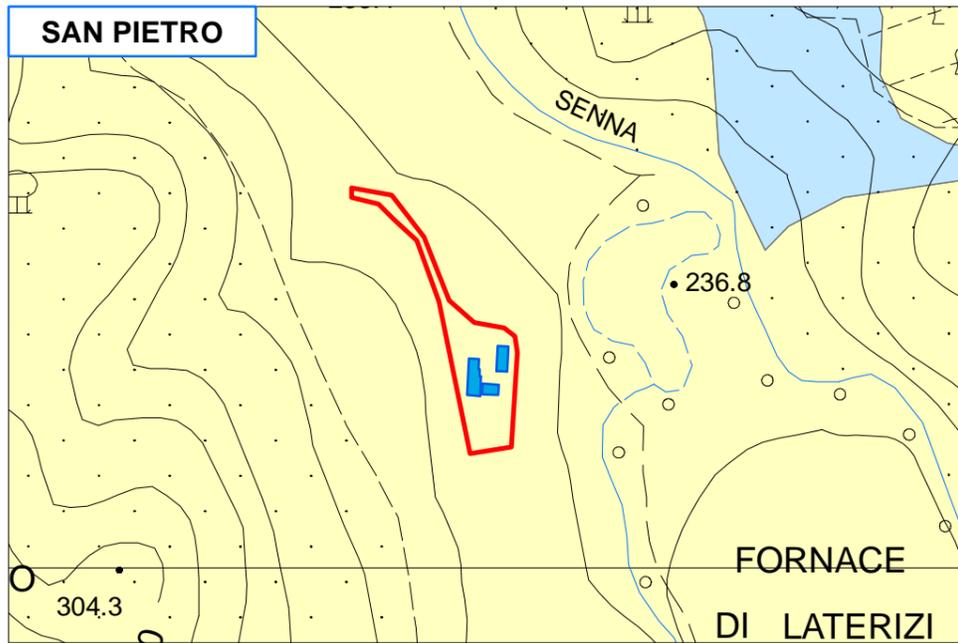
- Aree soggette a dilavamento ed erosione ad opera delle acque superficiali
- Aree calanchive e forme similari
- Scarpata di degradazione con indizi di instabilità

### DEPOSITI E COPERTURE

- Orlo di terrazzo alluvionale
- Depositi alluvionali terrazzati
- Depositi alluvionali recenti e attuali
- Depositi di versante. Coltri detritiche eterometriche in prevalenza non cementate

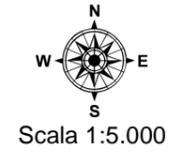


Fig.5c



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

## Castello di Casole CARTA DELLA SENSIBILITA' ELGI ACQUIFERI



--- Limite area interventi

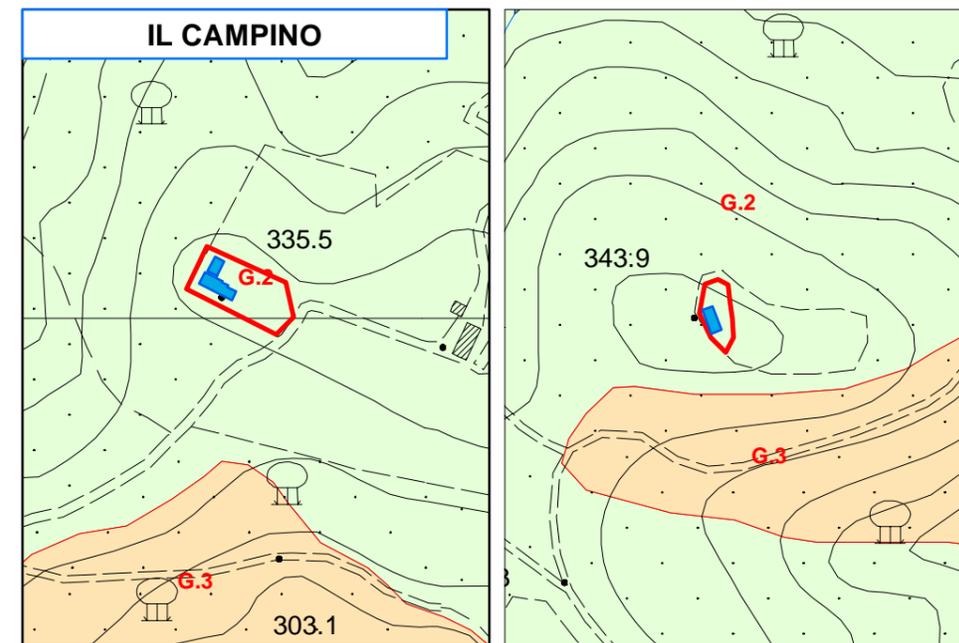
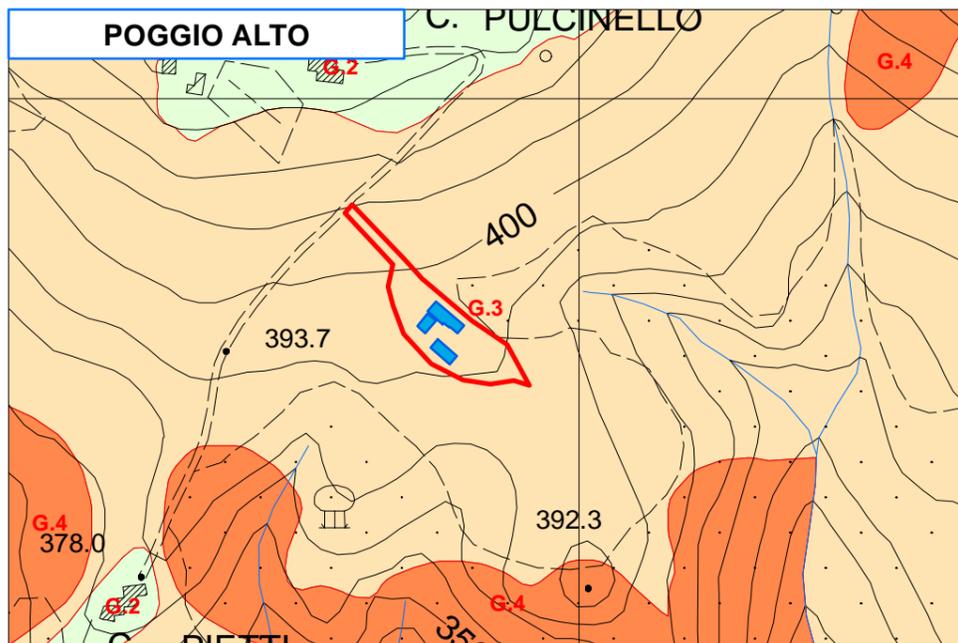
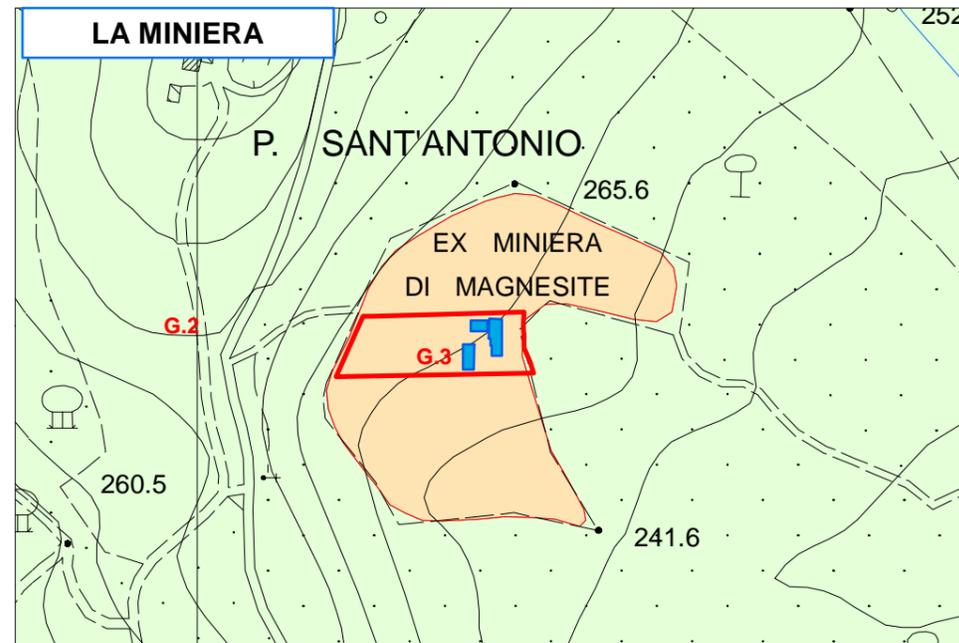
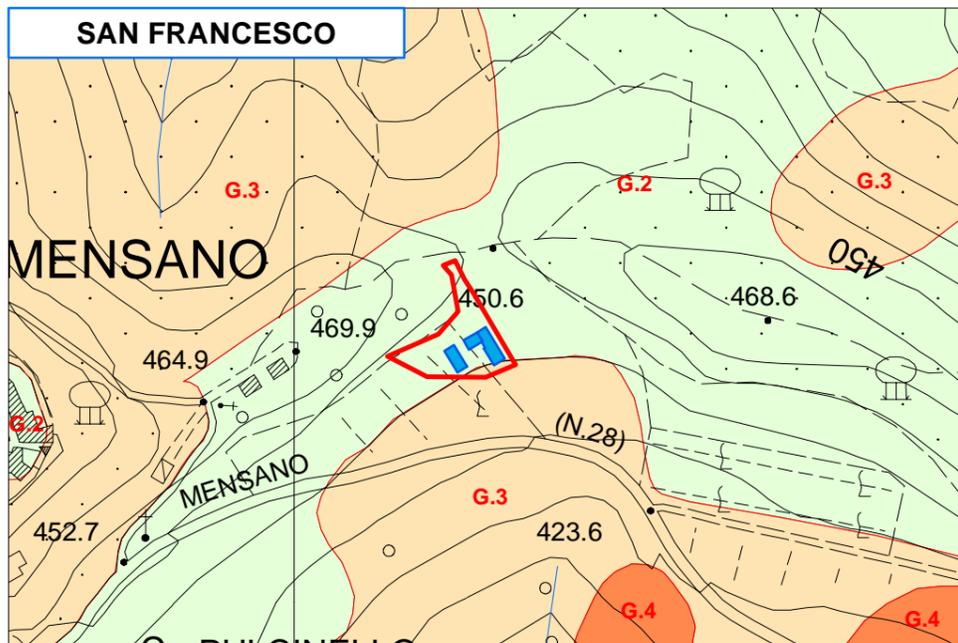
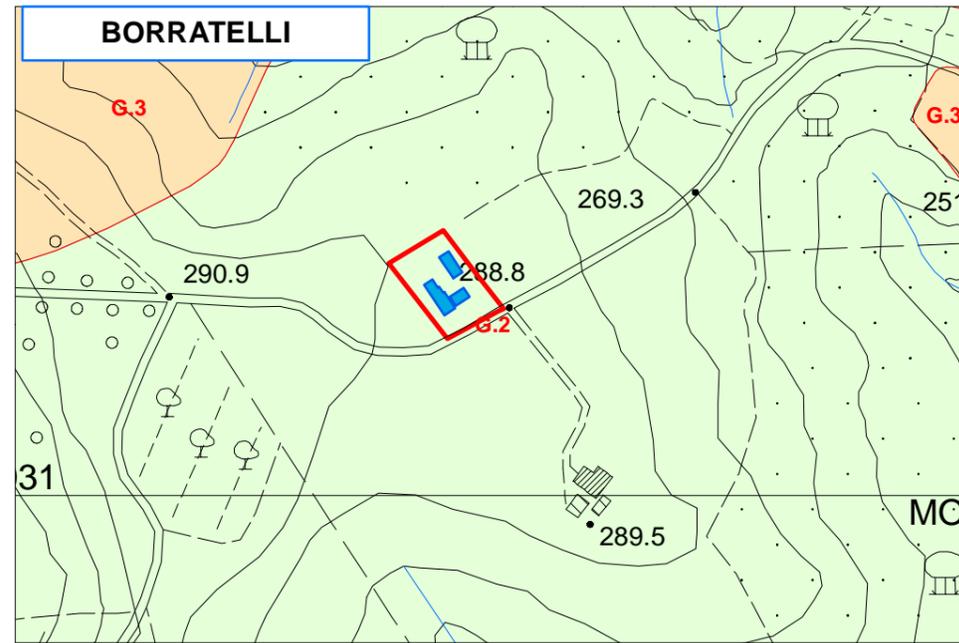
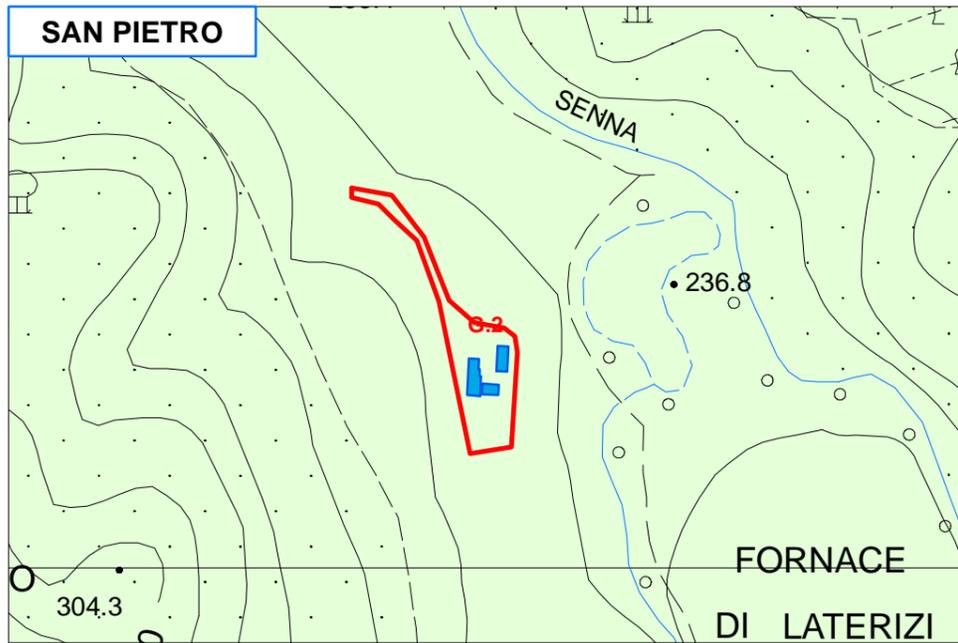
Edifici

### Classe e Grado di Sensibilità

- 1 - Vincolo Elevato
- 2 - Vincolo Medio
- 3 - Nessun Vincolo



Fig.6



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

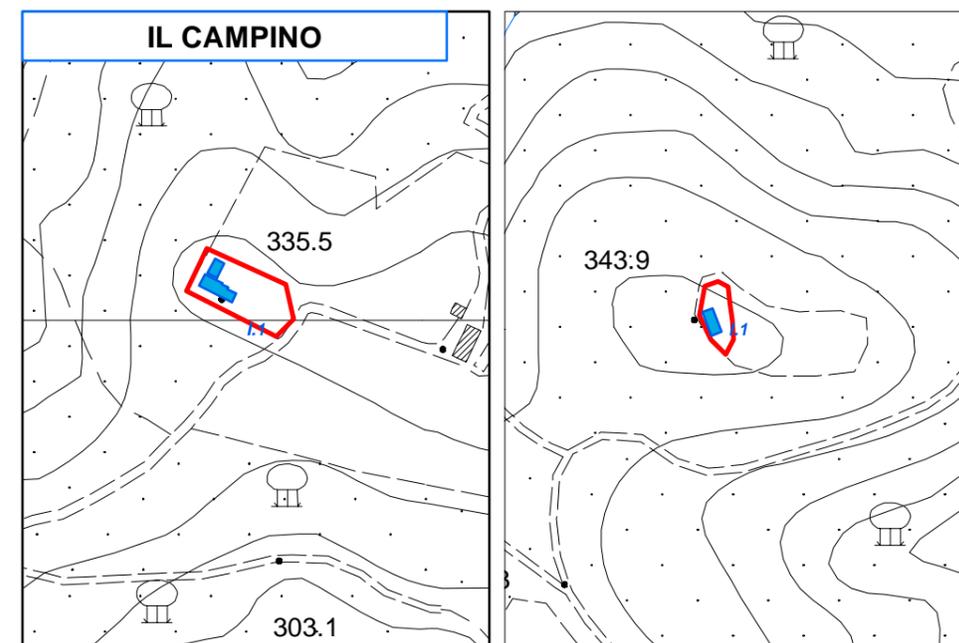
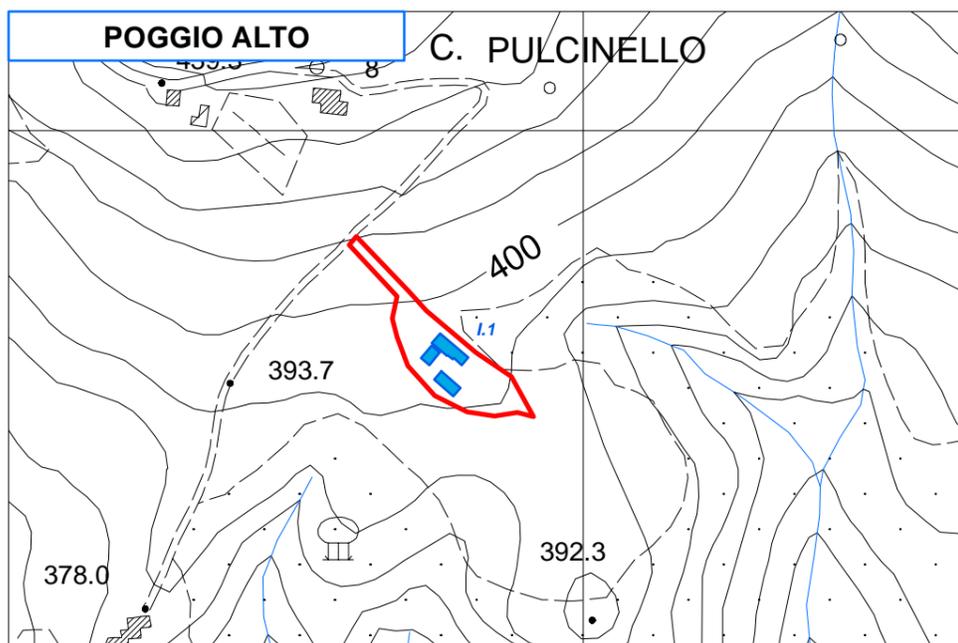
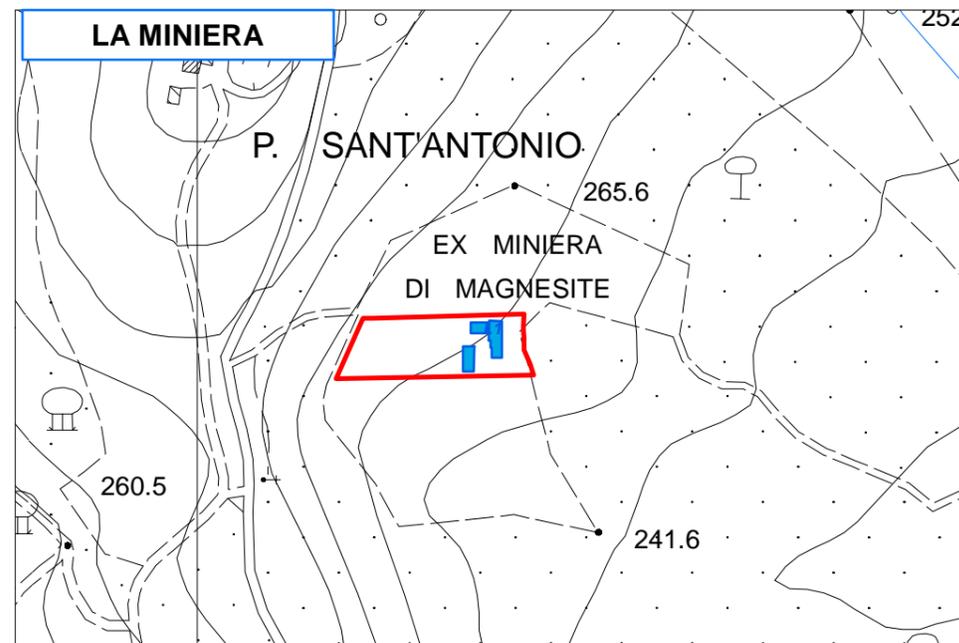
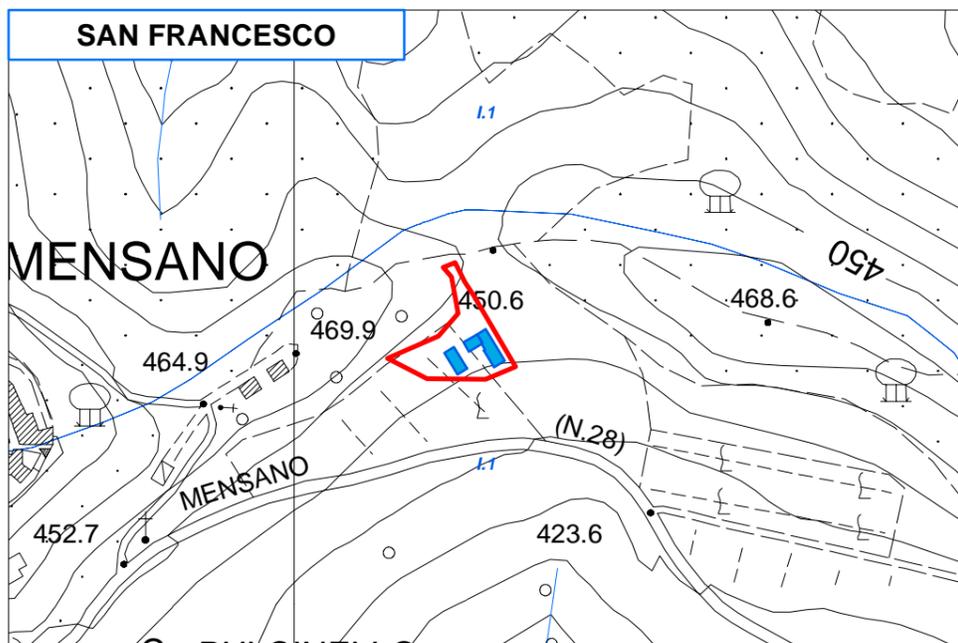
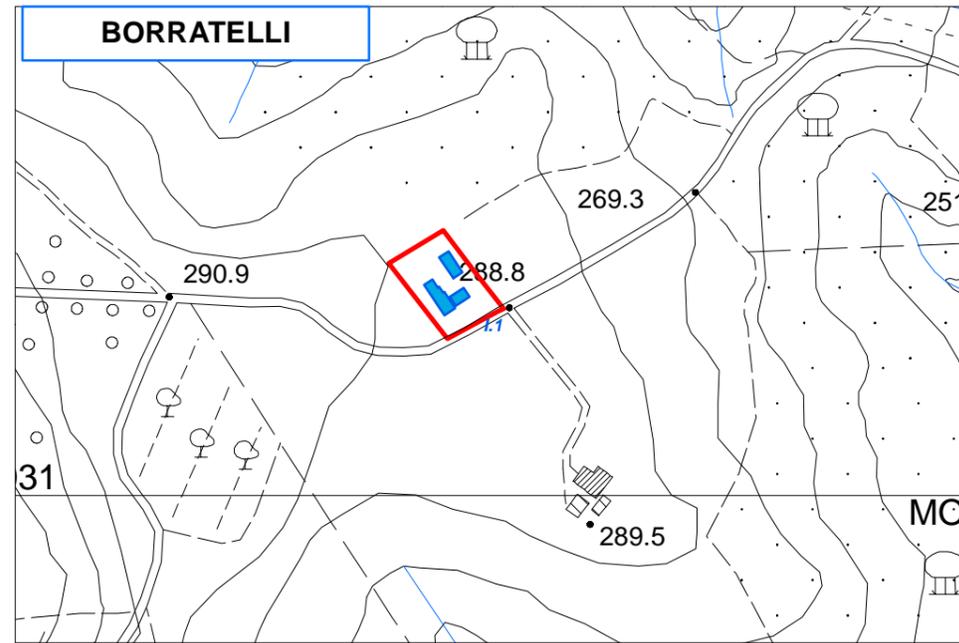
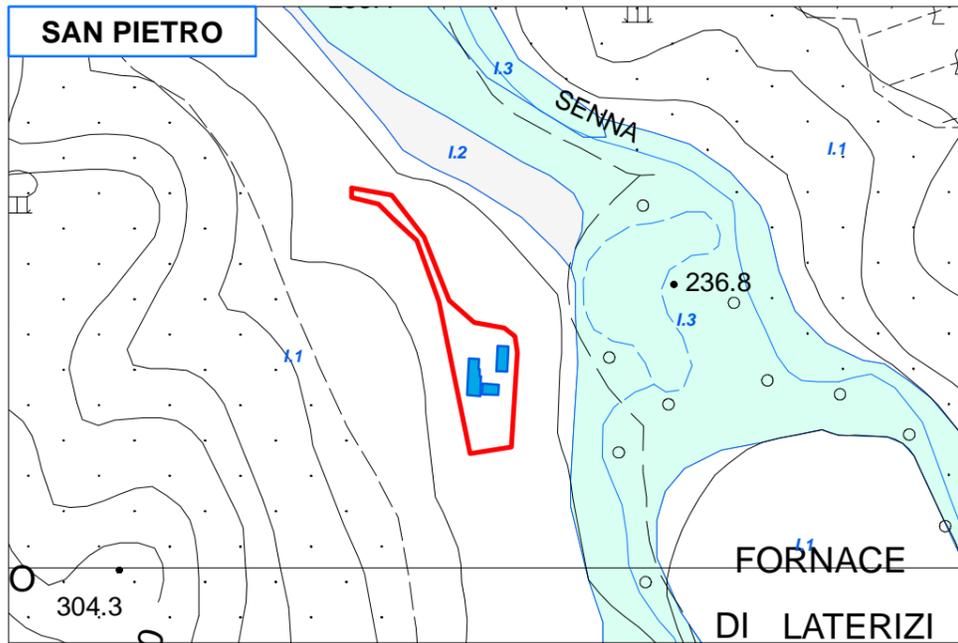
## Castello di Casole CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA



- - - Limite area interventi
  - Edifici
- PERICOLOSITA' GEOLOGICA**
- G.2 Pericolosità geologica media (G.2):
  - G.3 Pericolosità geologica elevata (G.3)
  - G.4 Pericolosità geologica molto elevata (G.4)



Fig.7



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

## Castello di Casole CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



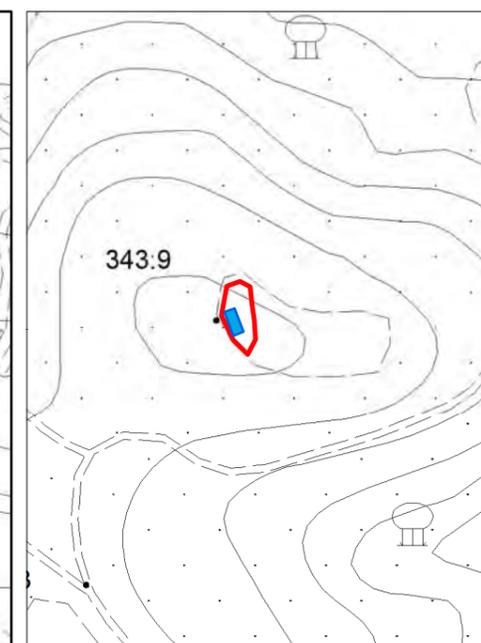
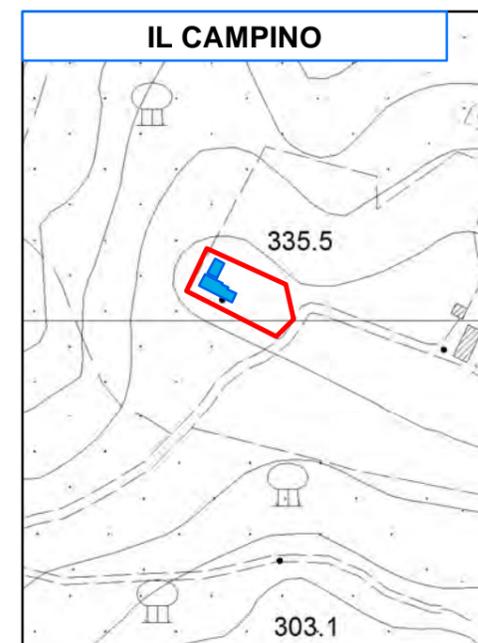
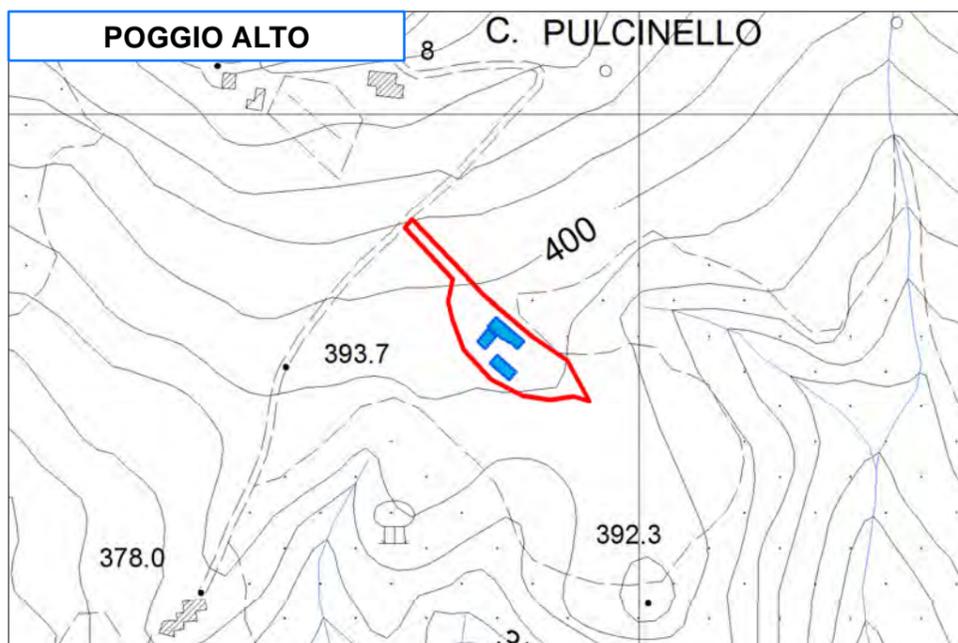
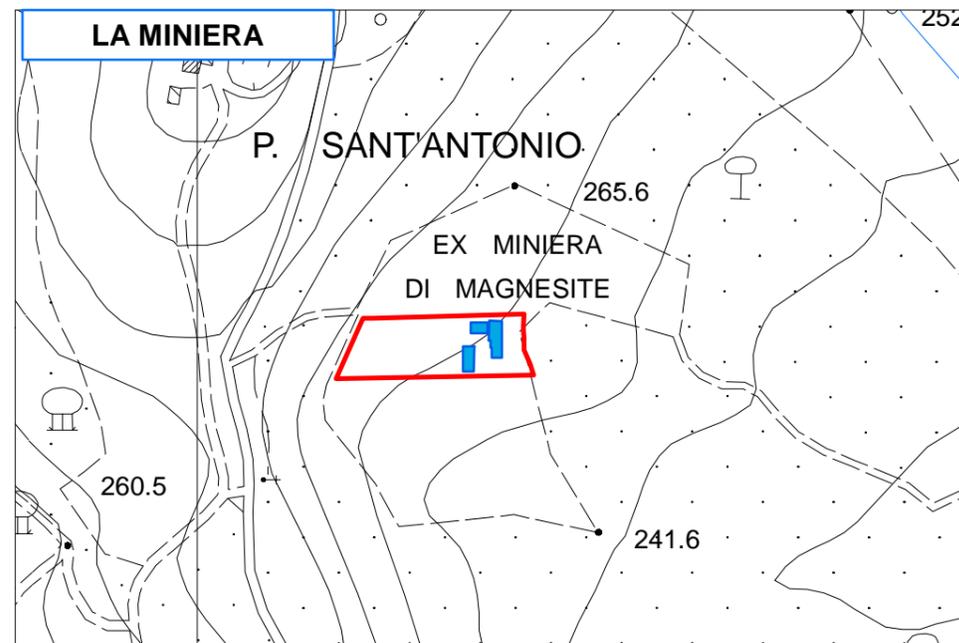
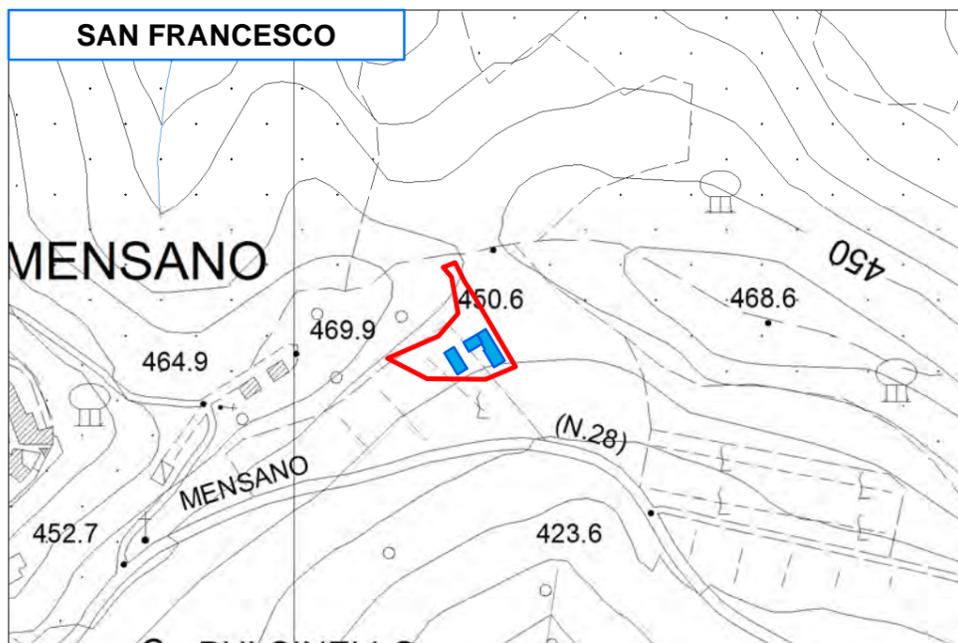
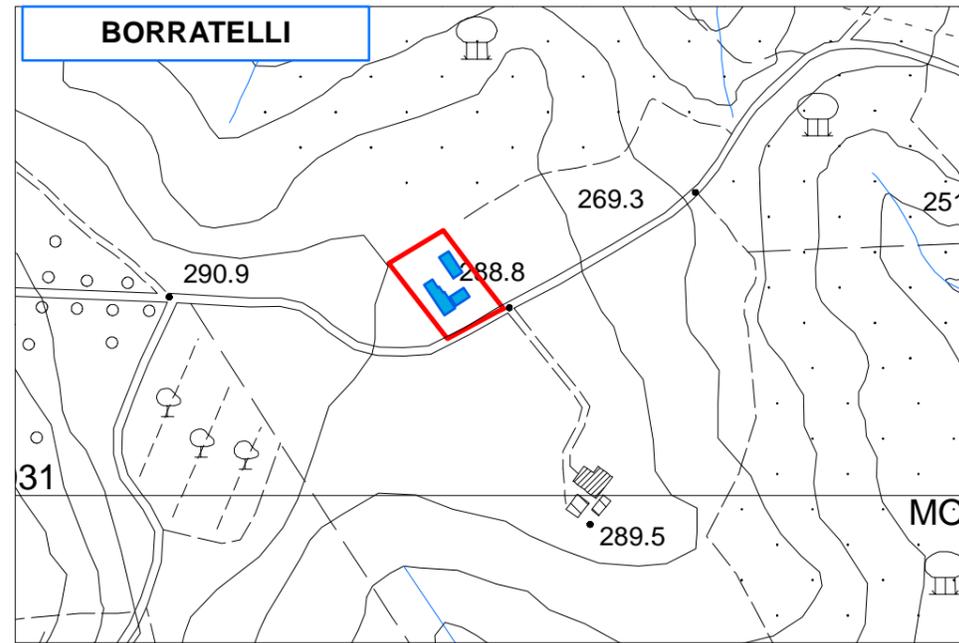
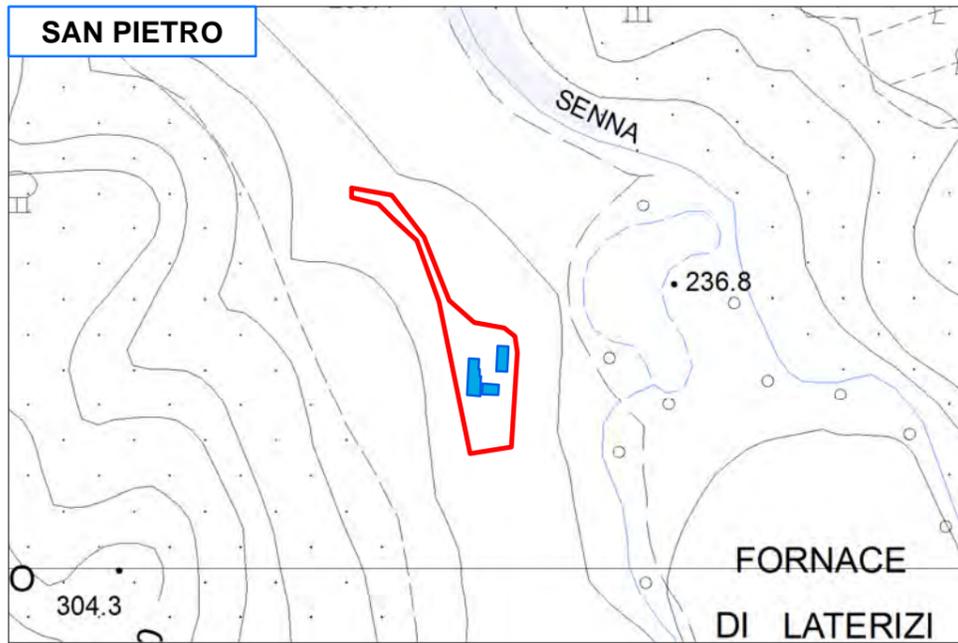
--- Limite area interventi

Edifici

### PERICOLOSITA' IDRAULICA

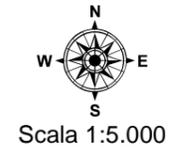
- I.4 *Pericolosità idraulica molto elevata (I.4)*
- I.3 *Pericolosità idraulica elevata (I.3)*
- I.2 *Pericolosità idraulica media (I.2)*
- I.1 *Pericolosità idraulica bassa (I.1)*





# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

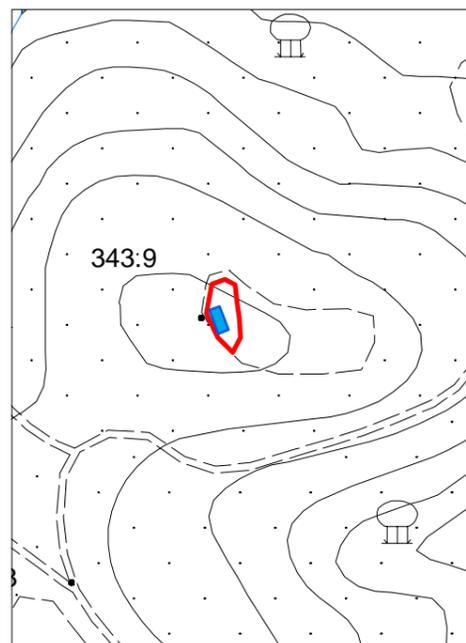
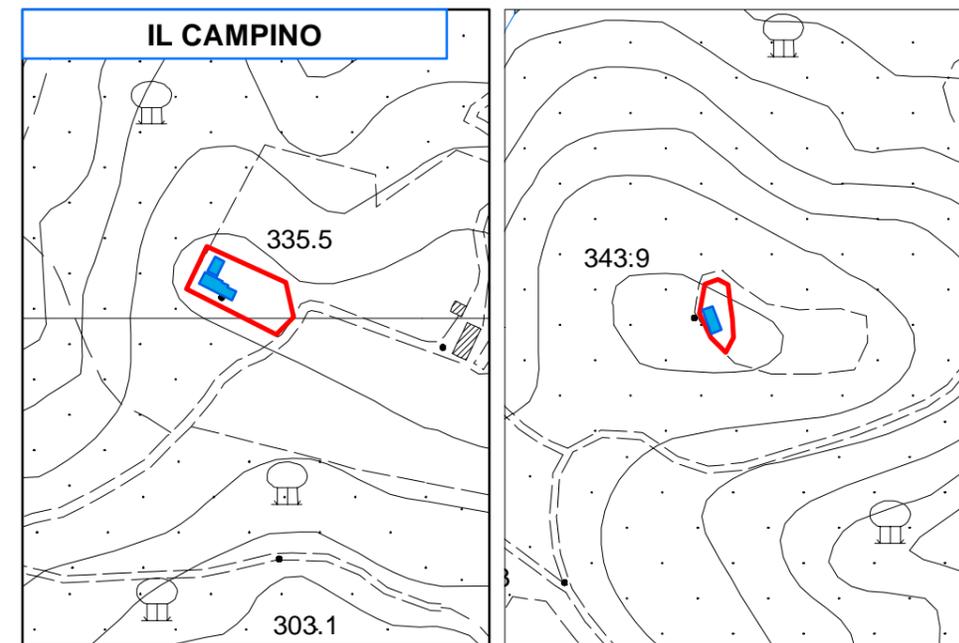
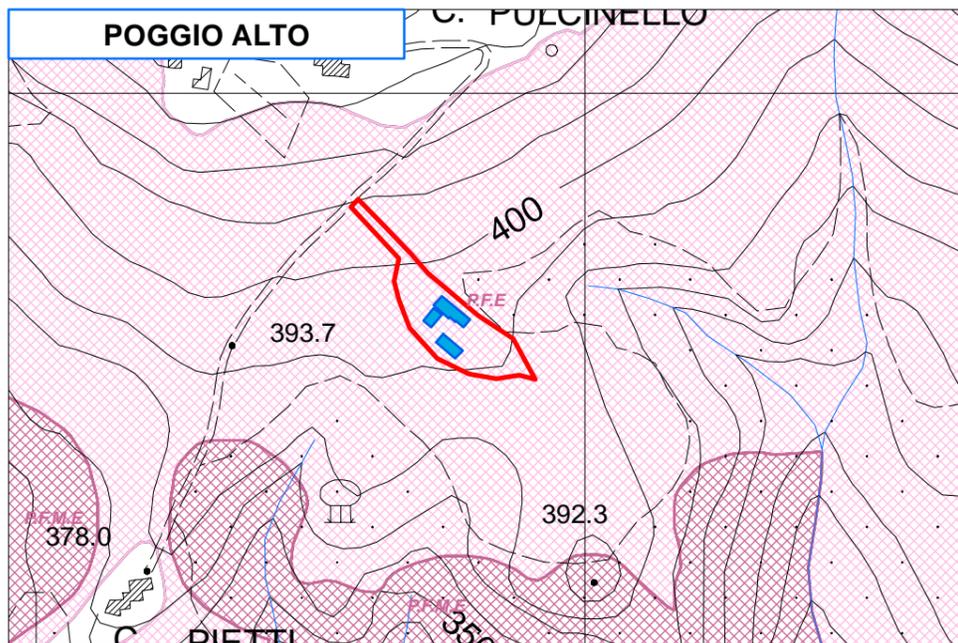
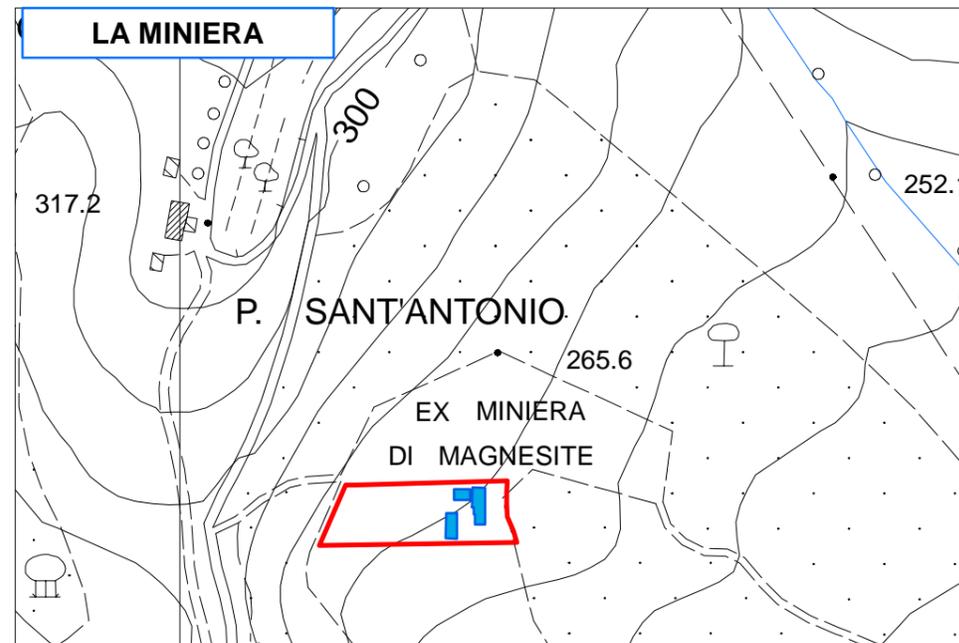
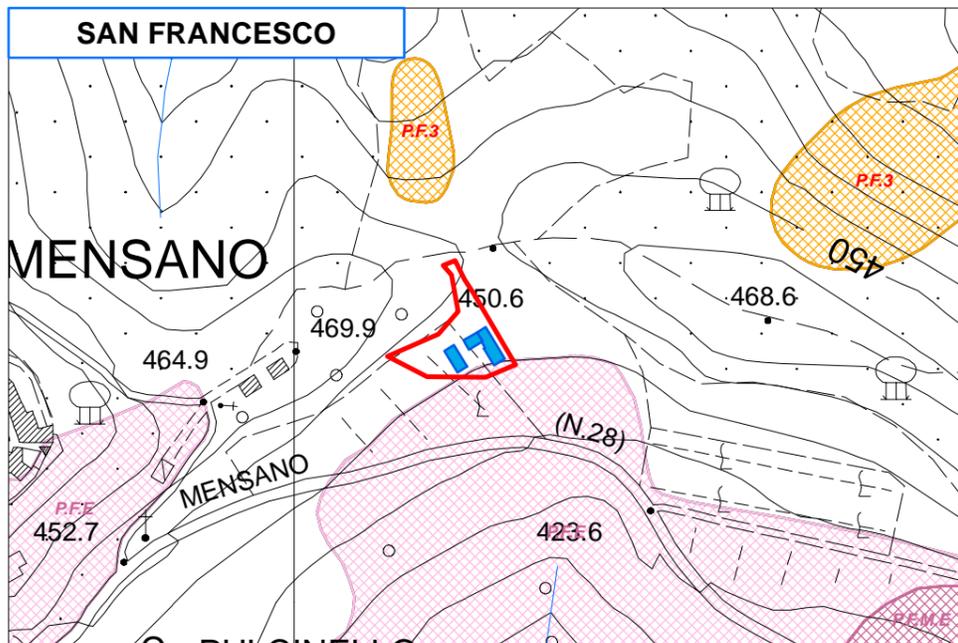
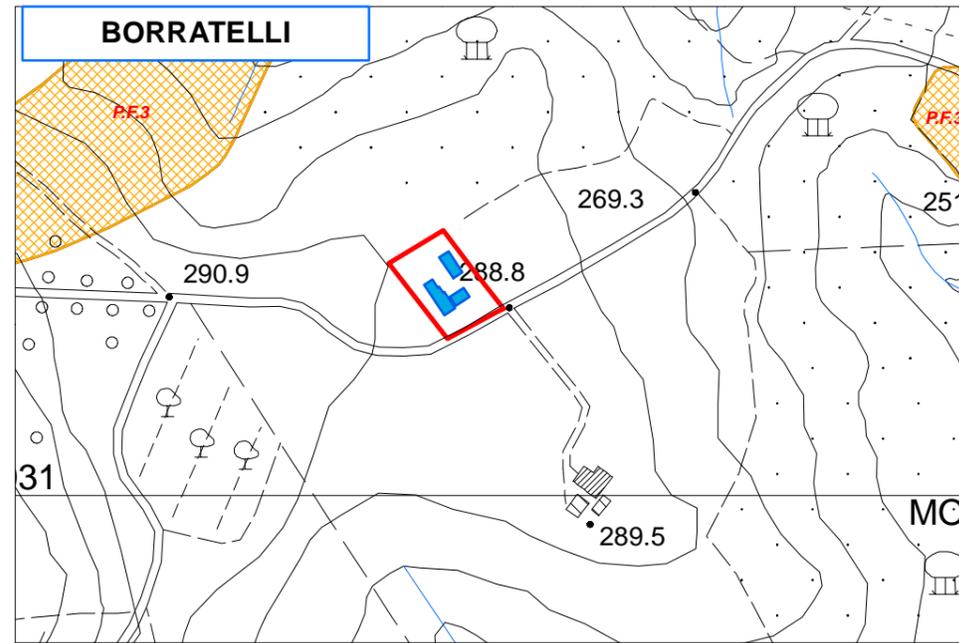
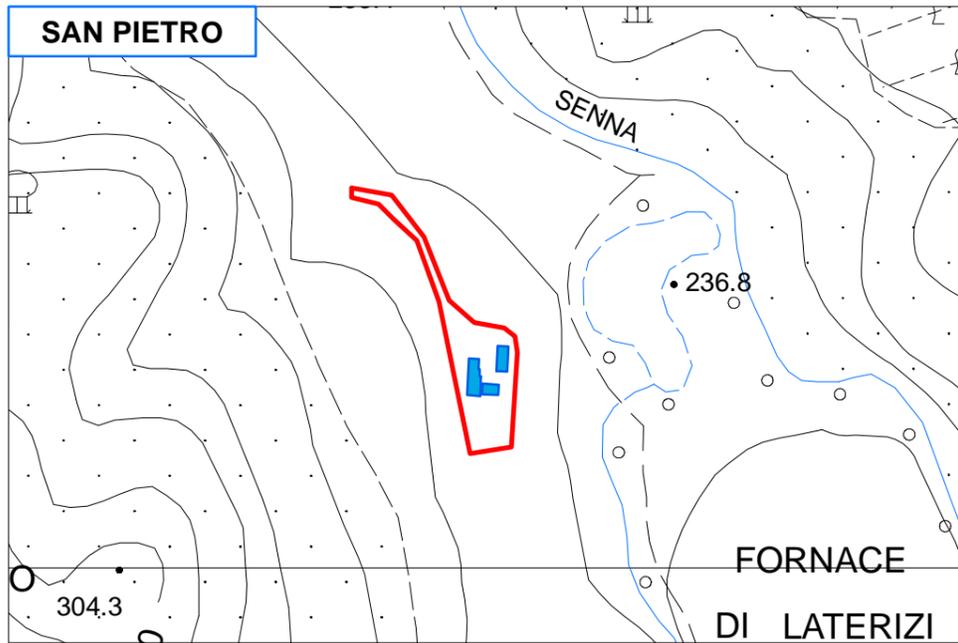
Castello di Casole  
**CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE  
 I AI SENSI DEL PGRA**



- Limite area interventi
- Edifici
- P1- pericolosita' bassa (alluvioni rare e di estrema intensita')
- P2- pericolosita' media (alluvioni poco frequenti)
- P3- pericolosita' elevata (alluvioni frequenti)



Fig.9



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

## Castello di Casole CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA PER FRANA PAI



- Limite area interventi
- Edifici

### PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E PER FRANA A.d.B. DEL FIUME ARNO

- P.F.2 Aree a pericolosità media
- P.F.3 Aree a pericolosità elevata
- P.F.4 Aree a pericolosità molto elevata

### A.d.B. TOSCANA COSTA

- P.F.E. Pericolosità geomorfologica elevata
- P.F.M.E. Pericolosità geomorfologica molto elevata



Fig.10

# COMUNE DI CASOLE DELSA

## Castello di Casole

### CARTA DELLA FATTIBILITA'

Scala 1:1.000



-  Limite area interventi
-  Edifici di nuova costruzione
-  Area di pertinenza
-  Pericolosità geologica media G.2
-  Pericolosità geologica elevata G.3
-  Pericolosità idraulica bassa I.1

PERICOLOSITA'	TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO	→	FATTIBILITA'
Pericolosità geologica media G.2	Aree a verde	→	Fattibilità geologica F.1
	Parcheggi, viabilità	→	Fattibilità geologica F.2
	Realizzazione nuovi fabbricati	→	Fattibilità geologica F.2
Pericolosità geologica elevata G.3	Aree a verde	→	Fattibilità geologica F.2
	Parcheggi, viabilità	→	Fattibilità geologica F.3
	Realizzazione nuovi fabbricati	→	Fattibilità geologica F.3
Pericolosità idraulica bassa I.1	Aree a verde	→	Fattibilità idraulica F.1
	Parcheggi, viabilità	→	Fattibilità idraulica F.1
	Realizzazione nuovi fabbricati	→	Fattibilità idraulica F.1

Fig.11

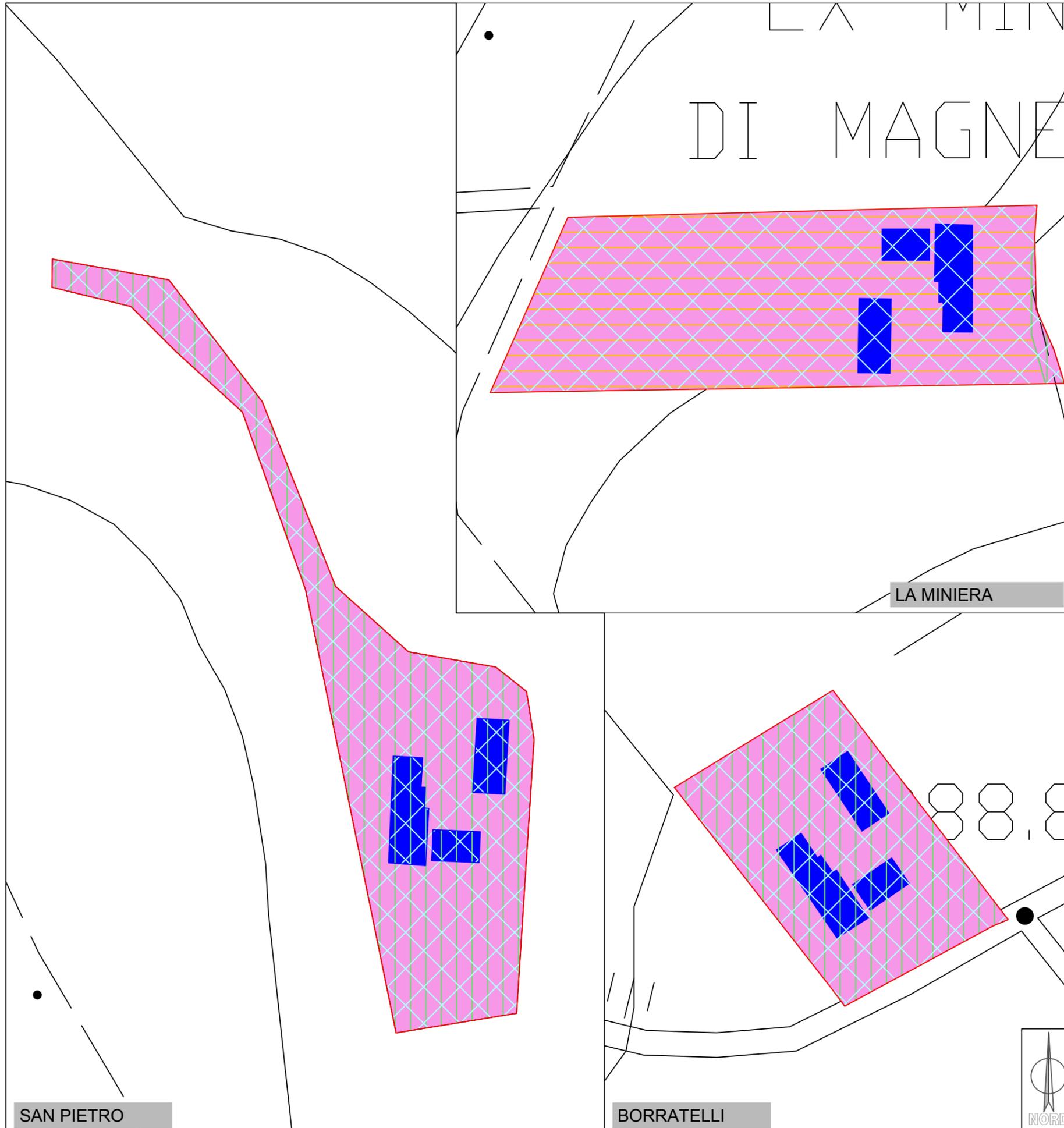


# COMUNE DI CASOLE DELSA

## Castello di Casole

### CARTA DELLA FATTIBILITA'

Scala 1:1.000



-  Limite area interventi
-  Edifici di nuova costruzione
-  Area di pertinenza
-  Pericolosità geologica media G.2
-  Pericolosità geologica elevata G.3
-  Pericolosità idraulica bassa I.1

PERICOLOSITA'	TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO	→	FATTIBILITA'
Pericolosità geologica media G.2	Aree a verde	→	Fattibilità geologica F.1
	Parcheggi, viabilità	→	Fattibilità geologica F.2
	Realizzazione nuovi fabbricati	→	Fattibilità geologica F.2
Pericolosità geologica elevata G.3	Aree a verde	→	Fattibilità geologica F.2
	Parcheggi, viabilità	→	Fattibilità geologica F.3
	Realizzazione nuovi fabbricati	→	Fattibilità geologica F.3
Pericolosità idraulica bassa I.1	Aree a verde	→	Fattibilità idraulica F.1
	Parcheggi, viabilità	→	Fattibilità idraulica F.1
	Realizzazione nuovi fabbricati	→	Fattibilità idraulica F.1

Fig.12



## Relazione di calcolo

### Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

13 Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\varphi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

14 In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

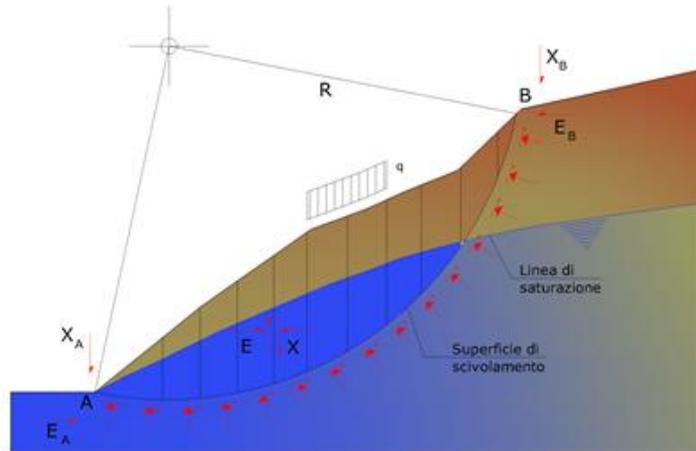
### Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



### Metodo dei concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

1.  $n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;
2.  $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$ ;
3.  $(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei concii;
4.  $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei concii;
5.  $n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;
6.  $(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;
7. una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .

Mentre le equazioni a disposizione sono:

8. equazioni di equilibrio dei momenti  $n$ ;
9. equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$ ;
10. equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$ ;
11. equazioni relative al criterio di rottura  $n$ .

Totale numero di equazioni  $4n$ .

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quanto si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

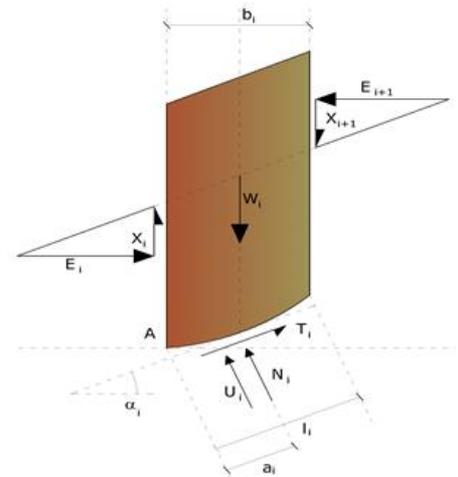
I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le (n-2) indeterminazioni.

### Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$



I valori di  $F$  e di  $\Delta X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre  $\Delta X = 0$  ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

### Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- $F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- $W$  peso concio;
- $K_x$  coefficiente sismico orizzontale;
- $K_y$  coefficiente sismico verticale.

### Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da  $m$  righe e  $n$  colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

## POGGIO ALTO

### Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	43,296801/11,057411
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	209,24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	158,09 m
Ascissa vertice destro superiore xs	245,01 m
Ordinata vertice destro superiore ys	168,59 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B			
Categoria topografica:	T1			
S.L.	TR	ag	F0	TC*
Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s <sup>2</sup> ]	[-]	[sec]
S.L.O.	30,0	0,46	2,48	0,24
S.L.D.	50,0	0,58	2,51	0,25
S.L.V.	475,0	1,37	2,49	0,28
S.L.C.	975,0	1,72	2,53	0,28

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,552	0,2	0,0113	0,0056
S.L.D.	0,696	0,2	0,0142	0,0071
S.L.V.	1,644	0,24	0,0402	0,0201
S.L.C.	2,064	0,24	0,0505	0,0253

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,04
Coefficiente azione sismica verticale	0,02

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,05	0,02
3	0,14	0,05
4	0,25	0,09
5	0,34	0,12
6	0,55	0,2
7	1,24	0,45
8	4,31	1,56
9	9,31	3,37
10	27,37	9,9
11	215,74	19,9
12	318,46	29,9
13	351,21	36,15

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,05	0,02
3	0,05	0,02
4	0,14	0,05
5	0,25	0,09
6	0,34	0,12
7	0,55	0,2
8	1,24	0,45
9	4,31	1,56
10	9,31	3,37
11	20,5	7,42
12	30,31	7,98
13	215,96	16,91
14	318,89	26,93
15	351,21	33,1

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1			34	1900		Unità A
2	0.23		19.5	2000		Unità B

**Risultati analisi pendio [NTC 2018]**

Fs minimo individuato	2,91
Ascissa centro superficie	245,01 m
Ordinata centro superficie	166,49 m
Raggio superficie	158,64 m

$$xc = 245,011 \quad yc = 166,494 \quad Rc = 158,64 \quad Fs=2,907$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
---											
1	14,09	-18,4	14,8577558,01	3102,32	1551,16	0,0	28,4	0,087081,0	16163,7		
2	13,59	-13,2	13,96200696,8	8027,87	4013,94	0,18	15,8	0,0213021,3	29592,3		
3	14,6	-8,0	14,74323483,8	12939,35	6469,68	0,18	15,8	0,0332482,0	41730,9		
4	14,1	-2,8	14,11389611,5	15584,46	7792,23	0,18	15,8	0,0392335,4	47164,3		
5	14,09	2,3	14,11429742,3	17189,69	8594,85	0,18	15,8	0,0428032,0	50640,0		
6	14,1	7,5	14,22434412,6	17376,5	8688,25	0,18	15,8	0,0431437,2	51040,5		
7	14,09	12,6	14,44402790,9	16111,63	8055,82	0,18	15,8	0,0401955,4	48312,8		
8	14,1	17,9	14,81333080,9	13323,23	6661,62	0,18	15,8	0,0336427,7	42160,6		
9	14,1	23,4	15,35222265,5	8890,62	4445,31	0,18	15,8	0,0228313,4	31967,3		
10	14,09	29,1	16,1275132,89	3005,32	1502,66	0,0	28,4	0,077914,6	14462,3		

**LA MINIERA****Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	43,320657/11,085873
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	247,7 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	97,68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	299,2 m
Ordinata vertice destro superiore ys	126,77 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: B  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,47	2,48	0,24
S.L.D.	50,0	0,58	2,52	0,25
S.L.V.	475,0	1,38	2,49	0,28
S.L.C.	975,0	1,73	2,53	0,28

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,564	0,2	0,0115	0,0058
S.L.D.	0,696	0,2	0,0142	0,0071
S.L.V.	1,656	0,24	0,0405	0,0203
S.L.C.	2,076	0,24	0,0508	0,0254

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,041  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,02

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	31,47	1,18
3	141,69	11,18
4	240,79	21,18
5	327,69	31,18
6	399,45	41,18
7	450,56	51,18
8	452,55	51,55

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,0 1,0  
 Favorevoli: Permanenti, variabili 1,0 1,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25  
 Coesione efficace 1,25  
 Coesione non drenata 1,4  
 Riduzione parametri geotecnici terreno Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1			31	2000		

**Risultati analisi pendio [NTC 2018]**

Fs minimo individuato	3,05
Ascissa centro superficie	299,2 m
Ordinata centro superficie	126,77 m
Raggio superficie	103,08 m

$$x_c = 299,201 \quad y_c = 126,773 \quad R_c = 103,082 \quad F_s = 3,054$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	6,32	-9,3	6,411769,82	482,56	235,4	0,0	25,7	0,012242,8	1926,8		
2	6,32	-5,8	6,3531508,07	1291,83	630,16	0,0	25,7	0,032179,7	5064,5		
3	6,32	-2,2	6,3246276,54	1897,34	925,53	0,0	25,7	0,046599,6	7334,0		
4	6,32	1,3	6,3256139,65	2301,73	1122,79	0,0	25,7	0,055958,3	8806,9		
5	6,32	4,8	6,3461102,68	2505,21	1222,05	0,0	25,7	0,060518,9	9524,7		
6	6,32	8,3	6,3861119,31	2505,89	1222,39	0,0	25,7	0,060379,7	9502,8		
7	6,32	11,9	6,4656083,25	2299,41	1121,67	0,0	25,7	0,055474,8	8730,8		
8	4,1	14,9	4,2431136,91	1276,61	622,74	0,0	25,7	0,030923,3	4866,8		
9	8,54	18,5	9,046722,23	1915,61	934,44	0,0	25,7	0,046810,0	7367,1		
10	6,32	23,0	6,8612124,57	497,11	242,49	0,0	25,7	0,012344,5	1942,8		

**SAN FRANCESCO****Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	43,300879/11,060115
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1959,67 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2391,25 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2011,74 m
Ordinata vertice destro superiore ys	2421,38 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:

B

Categoria topografica:

T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,46	2,48	0,24
S.L.D.	50,0	0,58	2,51	0,25
S.L.V.	475,0	1,38	2,5	0,28
S.L.C.	975,0	1,72	2,53	0,28

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera:

Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,552	0,2	0,0113	0,0056
S.L.D.	0,696	0,2	0,0142	0,0071
S.L.V.	1,656	0,24	0,0405	0,0203
S.L.C.	2,064	0,24	0,0505	0,0253

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,041

Coefficiente azione sismica verticale

0,02

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	1769,77	2271,92
2	1770,12	2271,96
3	1771,11	2272,09
4	1773,07	2272,33
5	1790,23	2274,44
6	1824,2	2278,63
7	1850,69	2281,89
8	1912,74	2291,89
9	1956,84	2301,83
10	2002,61	2308,91
11	2021,86	2311,89
12	2051,41	2316,89
13	2080,95	2321,89
14	2122,94	2321,89

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	1769,77	2266,18
2	1770,82	2266,31
3	1771,81	2266,43
4	1773,77	2266,67
5	1790,93	2268,79
6	1824,89	2272,97
7	1851,49	2276,25
8	1913,82	2286,29
9	1957,9	2296,23
10	2003,48	2303,28
11	2022,77	2306,27
12	2058,01	2311,05

13	2080,67	2313,31
14	2122,94	2315,44

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,28		20,5	1900		Unità A
2			36	2000		Unità B

### Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	2,93
Ascissa centro superficie	1959,67 m
Ordinata centro superficie	2421,38 m
Raggio superficie	135,47 m

$$x_c = 1959,668 \quad y_c = 2421,381 \quad R_c = 135,472 \quad F_s = 2,931$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	12,75	-15,6	13,2481975,3	3360,99	1639,51	0,22	16,7	0,090510,1	19358,8		
2	12,75	-10,1	12,95226127,1	9271,21	4522,54	0,0	30,2	0,0238035,2	47210,0		
3	14,42	-4,2	14,46393184,6	16120,57	7863,69	0,0	30,2	0,0400161,2	79364,8		
4	11,09	1,1	11,09364977,9	14964,09	7299,56	0,0	30,2	0,0363608,8	72115,3		
5	12,75	6,2	12,83447462,9	18345,98	8949,26	0,0	30,2	0,0440594,6	87384,0		
6	12,75	11,7	13,02446654,9	18312,85	8933,1	0,0	30,2	0,0438135,1	86896,2		
7	9,18	16,5	9,57302197,2	12390,08	6043,94	0,0	30,2	0,0297666,4	59036,8		
8	19,25	22,9	20,9523235,9	21452,67	10464,72	0,0	30,2	0,0524104,2	103946,6		
9	9,83	29,7	11,32171672,2	7038,56	3433,44	0,0	30,2	0,0177578,5	35219,5		
10	12,75	35,4	15,6590488,77	3710,04	1809,78	0,22	16,7	0,095593,3	21719,2		

## ANALISI DI LABORATORIO



**Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**

Settore A – Prove di laboratorio su terre

Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

# LABOTER snc di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

<b>Committente :</b>	<b>Geosol srl</b>
<b>Cantiere :</b>	<b>Castello di Casole</b>
<b>Verbale Accettazione n° :</b>	<b>406 del 01/10/2018</b>
<b>Data Certificazione :</b>	<b>23/10/2018</b>
<b>Campioni n°:</b>	<b>2</b>
<b>Certificati da n° a n° :</b>	<b>03785 a 03792</b>







**LABOTER snc**  
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 03785</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 23/10/18	Inizio analisi: 12/10/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 406 del 01/10/18		Apertura campione: 12/10/18	Fine analisi: 13/10/18

COMMITTENTE: Geosol srl		
RIFERIMENTO: Castello di Casole		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 5.0-5.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 18,9 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



**LABOTER snc**  
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 03786</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 23/10/18	Inizio analisi: 12/10/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 406 del 01/10/18		Apertura campione: 12/10/18	Fine analisi: 12/10/18

COMMITTENTE: Geosol srl		
RIFERIMENTO: Castello di Casole		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 5.0-5.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 20,8 kN/m<sup>3</sup>**





<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 03788</b>	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 23/10/18	Inizio analisi: 15/10/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 406 del 01/10/18		Apertura campione: 12/10/18	Fine analisi: 19/10/18

COMMITTENTE: Geosol srl		
RIFERIMENTO: Castello di Casole		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 5.0-5.5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	69	97	142
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	0,87	1,17	1,08
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,33	0,52	0,33
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 21,4	--- 21,4	--- 20,8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,7 26,9	20,8 25,8	20,9 27,2

**DIAGRAMMA**  
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

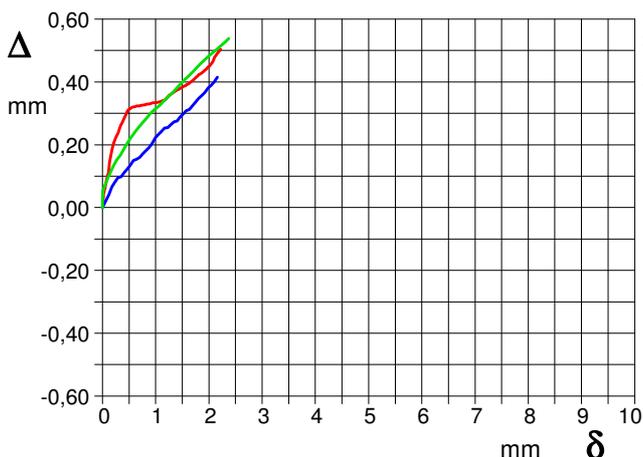
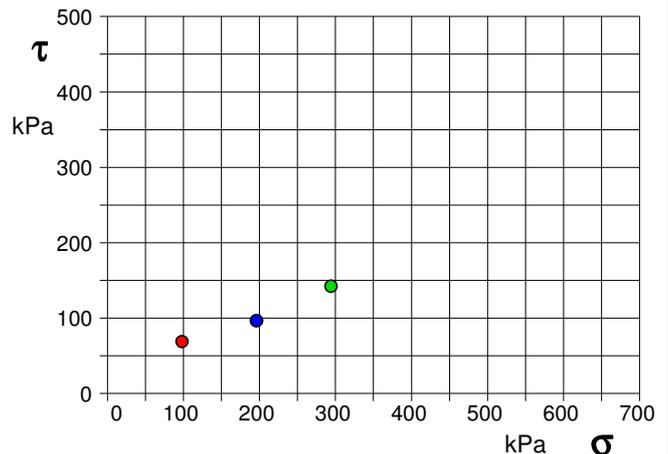


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

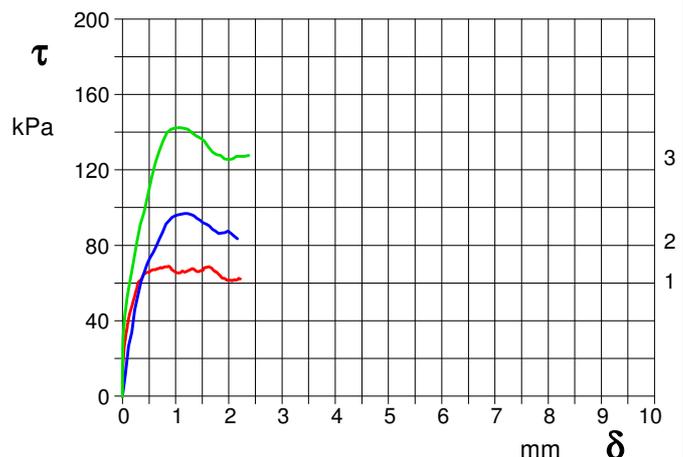


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.





<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 03788</b>	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 23/10/18	Inizio analisi: 15/10/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 406 del 01/10/18		Apertura campione: 12/10/18	Fine analisi: 19/10/18

COMMITTENTE: Geosol srl		
RIFERIMENTO: Castello di Casole		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 5.0-5.5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,217
Altezza finale (cm)	2,073
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	27,81
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

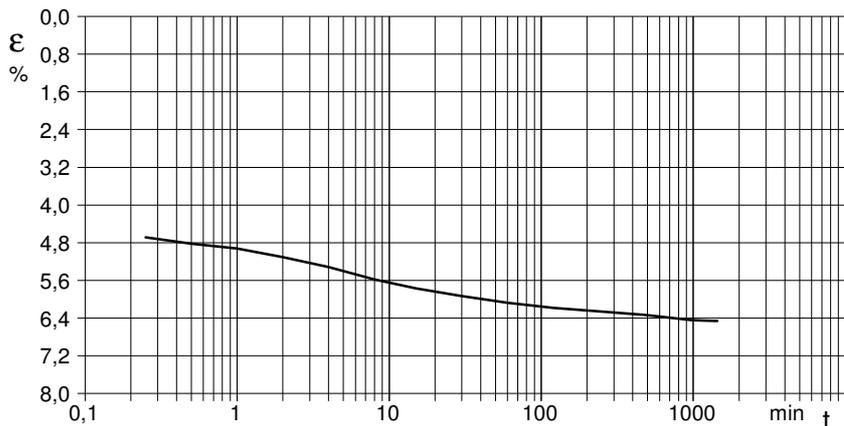


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,200
Altezza finale (cm)	2,155
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	27,81
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

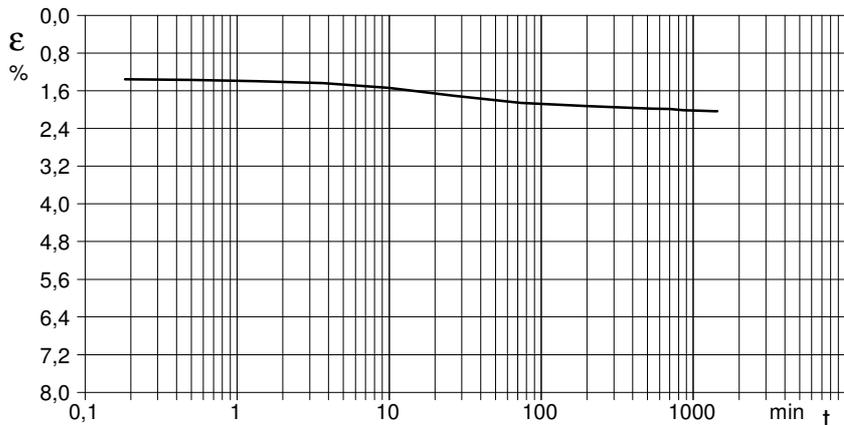
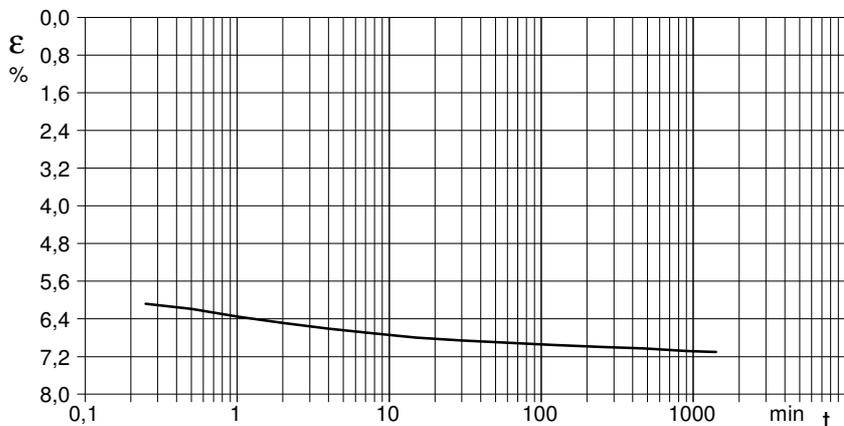


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,215
Altezza finale (cm)	2,058
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	27,81
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$      $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$      $t_f = 50 \times T_{50}$      $V_s = D_f / t_f$







**LABOTER snc**  
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 03789</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 23/10/18	Inizio analisi: 12/10/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 406 del 01/10/18		Apertura campione: 12/10/18	Fine analisi: 13/10/18

COMMITTENTE: Geosol srl		
RIFERIMENTO: Castello di Casole		
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 14,6 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



**LABOTER snc**  
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 03790</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 23/10/18	Inizio analisi: 12/10/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 406 del 01/10/18		Apertura campione: 12/10/18	Fine analisi: 12/10/18

COMMITTENTE: Geosol srl		
RIFERIMENTO: Castello di Casole		
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 21,2 kN/m<sup>3</sup>**





<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 03792</b>	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 23/10/18	Inizio analisi: 16/10/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 406 del 01/10/18		Apertura campione: 12/10/18	Fine analisi: 22/10/18

COMMITTENTE: Geosol srl		
RIFERIMENTO: Castello di Casole		
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

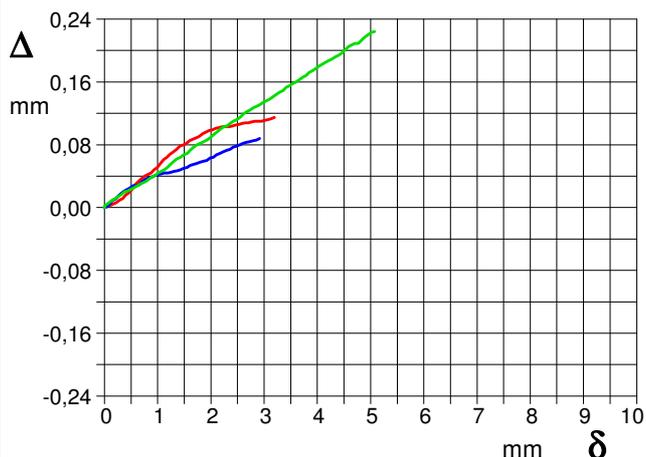
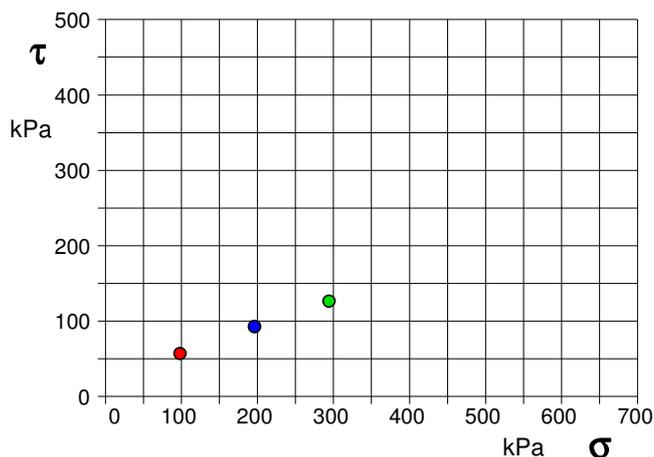
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

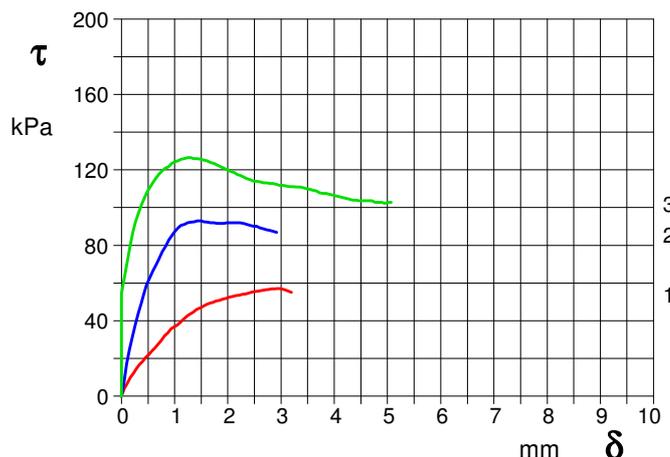
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	57	93	127
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,95	1,43	1,24
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,11	0,05	0,06
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 20,3	--- 19,1	--- 18,6
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	21,1 25,4	20,5 24,4	21,9 26,0

**DIAGRAMMA**  
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24



**DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.**



**DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.**



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 03792</b>	Pagina 2/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 23/10/18	Inizio analisi: 16/10/18
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 406 del 01/10/18</b>		<b>Apertura campione:</b> 12/10/18	Fine analisi: 22/10/18

<b>COMMITTENTE:</b> Geosol srl			
<b>RIFERIMENTO:</b> Castello di Casole			
<b>SONDAGGIO:</b> 3	<b>CAMPIONE:</b> 1	<b>PROFONDITA':</b> m 5.5-6.0	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,053	3,7	0,00	0,049	7,4	0,00	0,001	33,8	0,00
0,170	10,0	0,00	0,154	25,0	0,01	0,158	79,0	0,01
0,284	14,7	0,01	0,260	37,9	0,02	0,262	92,1	0,01
0,401	18,3	0,02	0,370	49,0	0,02	0,375	101,5	0,02
0,516	22,0	0,02	0,477	59,2	0,03	0,486	108,4	0,02
0,638	25,7	0,03	0,594	66,6	0,03	0,599	113,5	0,03
0,756	29,9	0,04	0,709	73,0	0,03	0,709	117,9	0,03
0,875	33,6	0,04	0,828	79,5	0,04	0,826	120,9	0,04
0,992	36,7	0,05	0,946	85,0	0,04	0,947	123,5	0,04
1,113	39,3	0,06	1,066	89,2	0,04	1,064	124,8	0,05
1,234	42,5	0,07	1,188	91,1	0,04	1,179	126,1	0,05
1,353	44,6	0,07	1,307	92,3	0,05	1,305	126,5	0,06
1,478	46,7	0,08	1,429	92,9	0,05	1,425	126,1	0,06
1,597	48,5	0,09	1,550	92,4	0,05	1,554	125,2	0,07
1,723	49,7	0,09	1,675	92,0	0,06	1,673	123,9	0,08
1,845	50,9	0,09	1,802	91,5	0,06	1,798	122,6	0,08
1,966	51,8	0,10	1,921	91,5	0,06	1,924	120,9	0,09
2,091	52,9	0,10	2,044	91,9	0,06	2,051	119,2	0,09
2,214	53,5	0,10	2,168	91,9	0,07	2,176	117,4	0,10
2,338	54,2	0,10	2,295	91,5	0,07	2,300	116,1	0,10
2,457	55,2	0,11	2,416	90,6	0,08	2,422	114,8	0,11
2,580	55,8	0,11	2,543	90,1	0,08	2,549	114,0	0,12
2,704	56,3	0,11	2,668	88,7	0,08	2,672	113,1	0,12
2,828	56,8	0,11	2,792	87,8	0,09	2,793	112,7	0,13
2,947	57,0	0,11	2,916	86,9	0,09	2,917	112,3	0,13
3,072	56,4	0,11				3,042	111,8	0,14
3,196	55,0	0,11				3,168	111,1	0,14
						3,290	111,0	0,15
						3,411	110,5	0,15
						3,538	109,7	0,16
						3,660	108,8	0,16
						3,785	107,5	0,17
						3,907	107,1	0,17
						4,032	106,2	0,18
						4,154	105,3	0,19
						4,275	104,5	0,19
						4,401	104,1	0,19
						4,521	103,6	0,20
						4,645	103,6	0,21
						4,769	102,8	0,21
						4,889	102,8	0,22
						5,012	102,8	0,22