



via F.lli Braschi 106
53045 Acquaviva (SI) ☎ 0578/766097
C.F. CLRSFN63A22F592W P. IVA 00870970522

Tenute del Cerro S.p.A.
Società Agricola
Piazza della Costituzione 2/2
40128 Bologna

INDAGINI GEOLOGICHE di supporto alla PIANIFICAZIONE URBANISTICA

- Programma Aziendale Pluriennale
di Miglioramento Agricolo Ambientale -

*ampliamento della cantina situata in Località Grazianella
e realizzazione del nuovo magazzino
di imbottigliamento e stoccaggio prodotto finito in Località Podere Tomba*

Acquaviva 16/06/2017

Relazione e tavole

Regione Toscana
Provincia di Siena
Comune di Montepulciano

1. Premessa

Il presente studio geologico ha lo scopo di raccogliere i dati necessari ad esprimere un parere di fattibilità in merito agli interventi edilizi, inglobati nel Programma Aziendale Pluriennale di Miglioramento Agricolo Ambientale, riguardanti i terreni di proprietà delle “Tenute del Cerro” S.p.A. Essi prevedono la realizzazione delle due seguenti opere:

- Intervento α : ampliamento della cantina “Fattoria del Cerro” per volumi complessivamente superiori ai 6'000 m³;
- Intervento β : realizzazione di un magazzino di imbottigliamento e stoccaggio, in località “Pod. Tomba”, per volumi complessivi superiori ai 6'000 m³.

Le superfici¹ in oggetto ricadono nel territorio comunale di Montepulciano (SI), sono comprese nel Foglio 121 II della Carta d'Italia in scala 1:25'000 e, nella planimetria catastale in Scala 1:2'000, rispettivamente ai Fogli n°123 e 126, così come evidenziato nelle allegate *Tavv. Ia e Ib*.

Le indagini, qui adeguate al Decreto del Presidente della GRT n°53/R del 25 Ottobre 2011 e alla Deliberazione della GRT n°878 dell'8 ottobre 2012, hanno tenuto conto di quanto prescritto nel Regolamento Urbanistico comunale (Del. C.C. n° 59 del 29/07/2011) che già include la seguente normativa:

Rischio Sismico: Ordinanza del PdC dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e successive modifiche ed integrazioni; Deliberazione della GRT n°431 del 19 giugno 2006.

Direttive per le indagini geologico-tecniche: Decreto del Presidente della GRT n°26/R del 27 Aprile 2007.

2. Sintesi delle conoscenze

La documentazione generale relativa al quadro conoscitivo esistente è così riassunta:

2.1) Corografia e idrografia.

I luoghi d'interesse, come da *Tavv. II a₁, a₂*, sono situati poco a Nord di Argiano e a un'altitudine di poco superiore ai 310 m s.l.m. (intervento α) e poco a Ovest del centro abitato di Tre Berte e a un'altitudine di circa 270 m s.l.m. (intervento β).

Caratteri generali: la morfologia è dettata dalla presenza di due opposti elementi strutturali, raccordati da una fascia ad altimetria collinare, sviluppatasi con orientamento appenninico e secondo lo stile tettonico, a comportamento rigido in regime di sforzi distensivi, definito in letteratura a “Horst” e a “Graben”. Le porzioni più elevate (“Horst”), identificabili nella dorsale montuosa occidentale Chianti-Rapolano-Cetona e negli orientali Monti di Cortona, delimitano il bacino neogenico della Valdichiana. La morfologia è dovuta prevalentemente all'azione di dilavamento e ruscellamento operata dalle acque correnti superficiali che, nei nostri climi, sono uno dei più importanti agenti morfodinamici. Infatti le linee di impluvio hanno tagliato da Ovest a Est l'originario pendio delineando un territorio caratterizzato da rilievi morbidi, talvolta isolati da incisioni a fondo pianeggiante. Solo in alcuni casi vi sono versanti ad elevato angolo oppure interrotti da scarpate, di origine fluviale o almeno in parte antropica, che raramente possono raggiungere notevoli altezze.

Caratteri particolari intervento α : la cantina da ampliare sorge lungo il versante Ovest di un dosso collinare, sulla cui sommità è situato Podere Grazianella, in corrispondenza di un ampio ripiano subpianeggiante e almeno in parte di natura artificiale, delimitato sia a monte sia a valle da alcune scarpate. Tale ripiano è a sua volta interrotto da un profondo sbancamento, coincidente con il lato settentrionale dell'edificio, che permette l'accesso a una porzione interrata. Per effetto della morfologia appena descritta gli interventi in progetto andranno a riguardare due diversi livelli altimetrici. Tra questi quel-

¹ Superfici in fascia B poiché con valori $0,125 < ag \leq 0,15g$ (DPGR 58/R).

lo superiore, coincidente con l'ampliamento del lato orientale, è lo stesso di gran parte della cantina ed è distinto dal settentrionale da una differenza di quota di circa 6 m. L'acclività media è di circa 6° (≈10%)

Caratteri particolari *intervento β*: il magazzino di imbottigliamento e stoccaggio sarà edificato all'interno di un pianoro in parte artificiale attualmente occupato da un capannone un tempo usato per allevamento. Questo ripiano è situato lungo il fianco Est della porzione terminale di un dosso appena accennato e avente direzione Nord-Sud. Anch'esso come il sito precedente è delimitato da scarpate, per la verità distanti almeno venti metri, sia sul lato rivolto a valle sia su quello di monte. L'acclività media, grazie alla maggiore vicinanza con la Valdichiana, è prossima ai 3° (circa il 5%)

Idrografia: il sistema di drenaggio appartiene al bacino del Fiume Arno, ha uno spiccato carattere torrentizio ed è costituito da tutta una serie di impluvi che confluiscono in modo più o meno diretto all'interno della Valdichiana, dove l'omonimo Canale Maestro espleta la funzione di collettore principale. Tra questi rivestono locale importanza il F.so Salcheto e il canale Val di Seste, che tuttavia scorrono a quote significativamente inferiori di quelle in esame.

2.2) **Zonazione Sismica.**

Il comune di Montepulciano ricade in zona "3" con valori di ag compresi tra 0,125 e 0,15 g.

2.3) **Autorità di Bacino del Fiume Arno (PGRA e PAI). (Tav. II b)**

Le aree sono potenzialmente esposte: a) Pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante e da frana e b) Pericolosità Idraulica. Per quanto riguarda questo secondo tematismo grazie alle loro quote le superfici sono entrambe esterne ai perimetri delimitati. La pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante e da frana è considerata bassa (P.F.1) per l'*intervento β* e media (P.F.2) per l'*intervento α*.

2.4) **Regolamento Urbanistico.**

Le criticità da esso sottolineate sono (Tav. II c₁,c₂):

- a) Pericolosità idraulica. Anche se basata su semplici dati storico inventariali è confermata bassa (I. 1).
- b) Pericolosità geologica. I siti sono considerati a instabilità limitata e quindi a media pericolosità (G. 2).
- c) Pericolosità sismica. A livello di pianificazione le zone non sono state esaminate e quindi neppure classificate.

2.5) **PTCP.**

Nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale le superfici, nella carta della sensibilità degli acquiferi (Tav. II d), sono in Classe 3 e non sono soggette a vincolo.

3. **Analisi e approfondimenti**

Lo studio particolareggiato è servito ad approfondire i seguenti temi:

3.1) **Elementi geologici.**

Con il rilevamento geologico si è cercato di individuare le principali unità litostratigrafiche affioranti e di realizzare l'allegata Carta geologica su base C.T.R. in scala 1:10'000 (Tav. III a).

Nei casi in cui l'intervento dell'uomo e/o le sfavorevoli condizioni di affioramento (tessuto urbano e coltivazioni agricole) non hanno consentito d'identificare le litologie in modo chiaro e univoco ci si è avvalsi dell'aiuto della cartografia ufficiale.

Il bacino della Valdichiana è una conca intermontana situata in una fossa tettonica asimmetrica e ben più ampia, formatasi a partire dal Miocene superiore. Al suo interno, la successione stratigrafica vede la sovrapposizione di complessi eterogenei, distinguibili per caratteristiche paleoambientali completamente diverse (Domini). Relativamente all'area di studio sono riconoscibili formazioni di età neogenica, costituite per lo più da sedimenti marini che, non avendo subito traslazioni orizzontali ma solo dislocazioni a prevalente componente verticale, vengono comunemente indicate come appartenenti al "Complesso Neoautoctono". Ad esso si è di seguito sovrapposto, in discordanza angolare, il

“Complesso dei depositi continentali”. Entro queste suddivisioni sono pertanto identificabili le Formazioni qui descritte secondo l’ordine di deposizione, ovvero dalla più antica alla più recente:

➤ COMPLESSO NEOAUTOCTONO:	a) Sabbie e argille del Pliocene medio-inferiore; b) Sabbie e arenarie del Pliocene medio-inferiore.
➤ COMPLESSO DEI DEPOSITI CONTINENTALI:	c) Alluvioni di epoca recente e attuale.

a) Sabbie e argille.

Sono visibili alle quote più basse della dorsale collinare.

Questa unità comprende alternanze decimetriche e metriche di argille e sabbie di colore ocra ma anche argille limose e limi argillosi di colore variabile dal grigio-azzurro al marrone; se non alterate sono da compatte a molto compatte.

Esse risalgono al Pliocene medio-inferiore e ad un ambiente deposizionale marino riconducibile o alla parte più esterna di una conoide sottomarina, oppure a dei momenti di diradamento nell’arrivo delle onde torbide.

⇒ Tipo di permeabilità: → primaria: per porosità;

⇒ Grado di permeabilità: → variabile: da medio a basso.

b) Sabbie e arenarie.

Essendo a copertura di gran parte del rilievo collinare sono state rilevate anche nelle due aree di intervento.

Caratteri generali: La Formazione è costituita in gran parte da sabbie, da medie a fini, da mediamente a molto addensate e di colore ocra, inglobanti talora massi di natura calcarea e/o arenacea. A tratti esse sono ricche in fossili di lamellibranchi anche rimaneggiati. Questi ultimi si possono trovare in strati calcareo-detritici dove insieme ad altri resti animali ne rappresentano la componente principale (biocalcareni). Appartengono alla Formazione lenti, talvolta di discreta potenza, composte da sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose in alternanza a depositi in cui la frazione meno fine risulta da scarsa ad assente. In questi casi, gli elementi a maggior granulometria, che possono raggiungere le dimensioni dei ciottoli, sono spesso appiattiti e la loro origine è per lo più riconducibile alle formazioni della serie toscana.

Caratteri particolari: lungo le scarpate che delimitano l’area dove è situata la cantina (intervento α) e in prossimità dell’intervento β appaiono come sabbie da medie a fini, a tratti con buona percentuale limosa e di colore ocra. Nel primo sito la consistenza è molto elevata.

Esse risalgono al Pliocene medio-inferiore e ad un ambiente deposizionale marino prossimo alla linea di costa anche se non mancano episodi a diversa energia.

⇒ Tipo di permeabilità: → primaria: per porosità;

⇒ Grado di permeabilità: → variabile da medio-alto a medio-basso.

c) Alluvioni di epoca recente e attuale.

In quanto frutto delle esondazioni del sistema di drenaggio occupano i fondovalle del Canale Val di Seste a Est e del F.so Salcheto a Nord, nonché le loro principali ramificazioni.

Questi sedimenti, di età recente e/o attuale e consistenza da molto sciolta a sciolta, hanno granulometria incostante con preponderanza delle sabbie. E’ possibile, tuttavia, che essi siano composti anche da limi; le argille e i ciottoli, per lo più appiattiti, sono rari.

Sotto questo termine sono stati inoltre cartografati gli accumuli di materiale eterometrico, a tessitura limosa e sabbiosa con sporadici elementi litoidi grossolani, che hanno subito processi di trasporto da limitati a nulli: depositi eluvio-colluviali.

⇒ Tipo di permeabilità: → primaria: per porosità;

⇒ Grado di permeabilità: → variabile: da medio a medio-alto.

3.2) **Elementi strutturali.**

Nelle immediate vicinanze non è stato possibile misurare alcuna giacitura univoca. Dalla cartografia ufficiale è possibile supporre la tipica immersione NE e quei pochi gradi di inclinazione che hanno fatto posizionare un alto strutturale poco a Occidente. Inoltre non sono state notate lineazioni o fratture di una qualche rilevanza.

3.3) **Elementi litologico-tecnici.**

3.3.1) **Dati geotecnici.**

Negli schemi di *Tavv. III b₁* e *III b₂* sono riportate le indagini, recenti e pregresse, eseguite in prossimità delle due zone. I mezzi e/o le configurazioni utilizzati saranno disponibili in allegato o di seguito specificate.

- Prove Penetrometriche. Sono state eseguite con uno strumento superpesante, auto-semovente ed auto-ancorante prodotto dalla ditta PAGANI.

L'impianto consente la realizzazione di Prove Statiche con una spinta massima di 200 KN (circa 20 tonnellate), la punta utilizzata è di tipo Begemann, meccanica. Questa, collegata ad una cella di carico, viene infissa nel terreno alla velocità costante di 2 centimetri al secondo per la misura della resistenza del terreno all'avanzamento della punta e al manicotto di frizione, quest'ultimo per valutare l'attrito laterale. L'ancoraggio avviene tramite vitoni elicoidali che, in caso di terreno granulare o particolarmente scadente, hanno il difetto di non offrire un adeguato contrasto all'avanzamento. Sempre con lo stesso mezzo è possibile effettuare anche Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (DPSH).

- Indagini HVSR.

La ricerca della *frequenza di risonanza di sito* è stata effettuata attraverso la tecnica di sismica passiva a stazione singola che registra le vibrazioni ambientali, dette anche rumore sismico poiché costituenti un "elemento di disturbo" rispetto al segnale proveniente dai terremoti di natura tettonica, e con il metodo dei rapporti spettrali H/V, noto anche come metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura. Le vibrazioni analizzate sono onde sismiche di bassa energia e ampiezza dell'ordine dei $10^{-4}/10^{-2}$ mm (Okada, 2003) rilevabili in qualunque punto della terra. In termini di frequenza si distinguono i microtremori, con frequenza >1 Hz e significative variazioni nel tempo data la loro provenienza essenzialmente antropica (traffico, attività industriale...), dai microsismi, con frequenza <1 Hz e origine per lo più naturale dovuta a sorgenti di grandi dimensioni spaziali quali, ad esempio, onde oceaniche e perturbazioni atmosferiche. Quest'ultimi si distinguono dai microtremori per la loro stazionarietà alla scala delle ore e dei giorni.

Il metodo utilizzato (HVSR) consiste nel calcolo del rapporto della media delle componenti orizzontali "H" (HNS e HEO) rispetto alla componente verticale "V" dello spettro di Fourier del rumore registrato da appositi sensori tridimensionali. Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979) nei loro studi dedussero che *il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni*. È stato poi argomentato (Nakamura 1989) che il rapporto H/V costituisce stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. Con tale tecnica è pertanto possibile derivare i seguenti parametri:

☞ frequenza fondamentale di risonanza (f_0) dei terreni nel sottosuolo. Infatti in presenza di un forte contrasto d'impedenza in profondità il valore massimo del rapporto spettrale H/V si riscontra, generalmente, in prossimità della frequenza di risonanza fondamentale del sito.

☞ frequenza fondamentale di risonanza (f_F) di un edificio e relativo modo di vibrare.

☞ variazioni delle velocità Vs e Vp con la profondità. Da ciò può essere ricavata una stima delle Vs entro i primi 30 m di profondità (così come richiesto dalle NTC 2008) attraverso *metodi di inversione* il più delle volte basati sull'utilizzo di un *vincolo* costituito dall'integrazione di altri dati (come, ad esempio, quelli provenienti da MASW, sismica a rifrazione, prove penetrometriche, perforazioni...) atti a indicare la profondità di un orizzonte stratigrafico individuabile anche nella curva H/V.

Infine deve essere tenuto in conto che esiste abbondante letteratura comprovante il fatto che l'ampiezza del picco H/V, pur essendo legata all'entità del contrasto di impedenza tra strati, non è correlabile in modo semplice all'amplificazione sismica.

AMPLIAMENTO CANTINA (*Intervento a*)

a) **Sondaggio n°1 (S1) Anno 2001.**

Eseguito con il sistema a rotazione e con il metodo a carotaggio continuo, per la profondità raggiunta (-16 m dal p.c.) si è spinto circa 10 m oltre il piano di appoggio del fabbricato interrato.

Il carotiere ($\phi=101$ mm) unito al sistema ruotante per mezzo di una batteria di aste, ha dato origine ad un foro con $\phi=127$ mm.

Durante l'esecuzione di questa indagine diretta non è stato intercettato alcun livello acquifero. A distanza di 24 h è stato invece accertato un accumulo di acqua da -8,2 m dal p.c..

Le modalità di perforazione hanno permesso di ottenere solo campioni quasi indisturbati. Infatti, le acque immesse nel foro per la riduzione degli attriti e quelle utilizzate per l'estrazione delle carote hanno, in alcuni casi, accresciuto il contenuto in acqua delle sabbie intercettate provocandone un, almeno parziale, decadimento delle caratteristiche meccaniche.

- La stratigrafia così ricostruita è evidenziata in Allegato 1 dove vi sono riportati anche i valori (in **Kg/cm²**) del Penetrometro Tascabile.

La sua vicinanza con la DPSH n°1 ha permesso di produrre i seguenti elaborati:

- Allegato 3: le differenziazioni litologiche sono state qui confrontate con la resistenza dinamica di D1. Infine, a scopo indicativo, sono stati correlati anche i parametri della DPSH n°3. Ovvero:
- Allegato 5: le litologie sono state qui rapportate anche alla resistenza dinamica di D3.

b) **Prova Penetrometrica Dinamica n°1 (D1) Anno 2001..**

Profondità massima raggiunta -5,2 m dal p.c..

Essa è stata realizzata sul ripiano superiore, quindi a poca distanza da S1, ed è stata interrotta per gli elevatissimi valori di resistenza alla punta registrati (rifiuto strumentale).

Quota relativa a S1 \cong - 0,0 m.

A breve termine, cioè a fine indagine, non è stato riscontrato alcun accumulo di acqua a fondo foro.

Di seguito è brevemente riassunto il profilo stratigrafico, confortato dai dati ottenuti con il sondaggio e con le profondità espresse in metri, corredato dei seguenti valori:

- Rpd = media resistenza dinamica alla punta (Kg/cm²);
- N_{spt} = numero colpi prova SPT.

Profondità (m)	DESCRIZIONE della STRATIGRAFIA
0,0 - 1,4	Terreno di riporto formato da breccia in matrice sabbiosa ($N_{spt}=23$ $Rpd=112$) sovrastante sabbie di consistenza sciolta ($N_{spt}=5$ e $Rpd=21$);
1,4 - 3,0	Predominanza di sabbie medie ($20 < N_{spt} < 29$ e $82 < Rpd < 125$);
3,0 - 4,4	Iniziali sabbie argillose medie ($N_{spt}=14$ e $Rpd=54$) e sottostanti argille prevalenti di consistenza estremamente compatta ($N=33$ e $Rpd=128$);
4,4 - 5,2	Sabbie solo localmente limo-argillose con stato di consistenza denso ($N_{spt}=43$ e $Rpd=159$) passanti a sabbie limose e/o limi sabbiosi molto denso ($N=58$ e $Rpd=203$).

c) **Prova Penetrometrica Dinamica n°2 (D2) Anno 2001**

Profondità massima raggiunta -4,8 m dal p.c..

Quota relativa a P1 \cong - 5,7 m.

Essa è stata interrotta per gli elevati valori di resistenza alla punta registrati (rifiuto strumentale).

A breve termine, cioè a fine indagine, non è stato riscontrato alcun accumulo di acqua a fondo foro.

Il profilo stratigrafico ipotizzato è così riassunto:

Profondità (m)	DESCRIZIONE della STRATIGRAFIA
0,0 - 0,4	Pavimentazione in cemento ($N_{spt}=46$ $Rpd=224$);
0,4 - 4,4	Predominanza di sabbie, da fini a medie, localmente limose di consistenza da media ($N_{spt}=27$ $Rpd=115$) a densa ($33 < N_{spt} < 37$ e $131 < Rpd < 169$);
4,4 - 4,8	Prevalenza di argille, argille limose estremamente compatte ($43 < N_{spt} < 71$ e $159 < Rpd < 266$).

d) **Prova Penetrometrica Dinamica n°3 (D3) Anno 2001**

Profondità massima raggiunta -4,6 m dal p.c..

Quota relativa a P1 \cong - 5,7 m.

Essa è stata interrotta per gli elevati valori di resistenza alla punta registrati (rifiuto strumentale).

A breve termine, cioè a fine indagine, non è stato riscontrato alcun accumulo di acqua a fondo foro.

Il profilo stratigrafico ipotizzato è così riassunto:

Profondità (m)	DESCRIZIONE della STRATIGRAFIA
0,0 - 0,8	Terreno vegetale e sabbie, solo localmente limose, di consistenza densa ($N_{spt}=21$ $Rpd=104$);
0,8 - 4,2	Predominanza di sabbie da fini a medie, localmente limose, denso ($30 < N_{spt} < 40$ e $132 < Rpd < 180$);
4,2 - 4,6	Prevalenza di argille, argille limose estremamente compatte ($43 < N_{spt} < 52$ e $164 < Rpd < 193$).

e) **Prova Penetrometrica Statica n°1 (C1) Anno 2016.**

Profondità raggiunta = 4,6 m dal p.c..

Essa è stata interrotta per gli elevati valori di resistenza alla punta misurati (rifiuto strumentale).

Di seguito è brevemente riassunto il profilo stratigrafico, ipotizzato dall'interpretazione dei dati, corredato dei seguenti valori:

- R_p = resistenza alla punta (Kg/cm^2).

Profondità (m)	DESCRIZIONE della STRATIGRAFIA
0,0 - 1,0	Terreno vegetale e sabbie, solo localmente limose, di consistenza sciolta ($R_p=30$);
1,0 - 3,8	Predominanza di sabbie localmente limose e di media consistenza ($62 < R_p < 117$);
3,8 - 4,6	Possibile prevalenza di sabbie, solo localmente limo-argillose, con stato di consistenza molto denso ($R_p=243$).

f) **Prova Penetrometrica Dinamica DIN 2 (DH2) Anno 2016**

Profondità massima raggiunta -4,8 m dal p.c..

Essa è stata interrotta per il raggiungimento del rifiuto strumentale ($N_{spt}>50$).

A breve termine, cioè a fine indagine, non è stato riscontrato alcun accumulo di acqua a fondo foro.

Il profilo stratigrafico dedotto è così riassunto:

Profondità (m)	DESCRIZIONE della STRATIGRAFIA
0,0 - 0,8	Terreno vegetale e sabbie, solo localmente limose, di consistenza molto sciolta ($N_{spt}=2$ $Rpd=10$);
0,8 - 4,2	Predominanza di sabbie localmente limose e di media consistenza ($15<N_{spt}<30$ e $81<Rpd<182$);
4,2 - 4,8	Possibile prevalenza di sabbie, solo localmente limo-argillose, con stato di consistenza molto denso ($N_{spt}=50$ $Rpd=245$).

g) **Prova Penetrometrica Dinamica DIN 3 (DH3) Anno 2016**

Profondità massima raggiunta -5,2 m dal p.c..

Essa è stata interrotta per il raggiungimento del rifiuto strumentale ($N_{spt}>50$).

A fine indagine non è stato riscontrato alcun accumulo di acqua a fondo foro.

Il profilo stratigrafico dedotto è così riassunto:

Profondità (m)	DESCRIZIONE della STRATIGRAFIA
0,0 - 1,6	Terreno vegetale e sottostanti sabbie, sabbie limose, di consistenza sciolta ($5<N_{spt}<6$ e $28<Rpd<40$);
1,6 - 4,6	Predominanza di sabbie localmente limose e di media consistenza ($N_{spt}=17$ $Rpd=90$);
4,6 - 5,2	Possibile prevalenza di sabbie, solo localmente limo-argillose, con stato di consistenza molto denso ($N_{spt}=47$ $Rpd=230$).

h) **HVSR 1**

Il microtremore è stato acquisito, tramite il software "SEISMOLOG-MT", con lo strumento e nelle condizioni ambientali riassunte nella scheda di campagna allegata.

Le modalità e gli esiti dell'elaborazione (ovvero il grafico F-H/V con evidenziato i picchi f_0 e f_1 , gli spettri delle singole componenti del moto, il sismogramma con le finestre utilizzate per il calcolo e, infine, la direzionalità del rapporto H/V) sono anch'essi riportati in allegato.

L'interpretazione induce a sostenere che la frequenza di risonanza di sito risulta prossima a 0,25 Hz con un valore H/V appena *inferiore a 3*. Essa è associabile a contrasti di rigidità sismica medi dovuti a sismostrati posti a profondità molto maggiori di 100 m. Inoltre la curva mostra un picco secondario (f_1) a circa 0,8 Hz e rapporti H/V sempre inferiori a 2.

Il valore di f_0 è riconducibile a un bedrock molto profondo e sembra accordarsi con gli esiti del SED (Sondaggio Elettrico Dipolare) effettuato nella vicina Nottola che individuava «formazioni conduttive superficiali (interpretate come Pliocene argilloso) con spessore di circa 800 m»².

REALIZZAZIONE MAGAZZINO (Intervento β)

a) **Prova Penetrometrica Dinamica DIN1 (P1).**

Profondità raggiunta =12,2 m dal p.c..

A breve termine, cioè a fine indagine, non è stato riscontrato alcun accumulo di acqua a fondo foro.

Di seguito è riassunto il profilo stratigrafico ipotizzato:

² Alfano L. et Alii. *Profilo Piombino-Ancona: dati geofisici ed interpretazione geologica*. Boll. Soc. Geol. It. 101 (1982).

Profondità (m)	DESCRIZIONE della STRATIGRAFIA
0,0 - 0,6	Fondo formato da breccia ($N_{spt}=30$ $Rpd=211$);
0,6 - 9,0	Probabile alternanze di sabbie e sabbie limose sciolte ($5 < N_{spt} < 6$ e $21 < Rpd < 33$);
9,0 - 12,2	Possibili sabbie limose sciolte ($N_{spt}=9$ e $Rpd=33$).

b) **Prova Penetrometrica Dinamica DIN2 (P2)**

Profondità raggiunta = 7,2 m dal p.c..

A breve termine, cioè a fine indagine, non è stato riscontrato alcun accumulo di acqua a fondo foro.

Il profilo stratigrafico ricavato è il seguente:

Profondità (m)	DESCRIZIONE della STRATIGRAFIA
0,0 - 0,6	Fondo con breccia ($N_{spt}=18$ $Rpd=126$);
0,6 - 2,8	Possibile predominanza di sabbie e sabbie limose molto sciolte ($N_{spt}=3$ $Rpd=18$);
2,8 - 7,2	Probabili sabbie limose e limi sabbiosi di consistenza da sciolta ($N_{spt}=9$ $Rpd=48$) a media ($N_{spt}=17$ $Rpd=76$).

c) **Prova Penetrometrica Dinamica DIN3 (P3)**

Profondità raggiunta = 10,2 m dal p.c..

A breve termine sono state riscontrate deboli filtrazioni dalla profondità di 1 m.

Il profilo stratigrafico ipotizzato è il seguente:

Profondità (m)	DESCRIZIONE della STRATIGRAFIA
0,0 - 1,6	Fondo con breccia ($N_{spt}=21$ $Rpd=148$) e sottostanti sabbie, sabbie limose molto sciolte ($N_{spt}=3$ $Rpd=19$);
1,6 - 8,4	Probabili alternanze di sabbie e sabbie limose da sciolte ($8 < N_{spt} < 9$ e $35 < Rpd < 52$) a medie ($12 < N_{spt} < 14$ e $50 < Rpd < 69$);
8,4 - 10,2	Possibile prevalenza di sabbie e sabbie limose di consistenza media ($15 < N_{spt} < 26$ e $57 < Rpd < 99$).

d) **HVSR 2**

Anche in questo caso le modalità e gli esiti dell'elaborazione sono riportati in Allegato.

L'analisi induce a ipotizzare una frequenza di risonanza di sito prossima a $0,26$ Hz con un valore H/V *minore* di 3 . Sino a circa $1,5$ Hz il rapporto risulta quasi costante e prossimo a 1 . Ciò può essere interpretato come bassi contrasti di rigidità sismica negli strati superficiali. Come nel precedente sito il bedrock sismico è pertanto da ritenere molto più profondo di 30 m. Un picco secondario è anche qui presente a circa $0,8$ Hz e nel complesso i due grafici appaiono molto simili.

3.3.2) **Unità litotecniche.**

Nella Carta Litotecnica (Tav. III c), dove vengono raggruppati i litotipi a probabile comportamento meccanico omogeneo, viene riassunto quanto sopra con la seguente distinzione:

a) Predominio di materiali granulari molto sciolti.

Sabbie e sabbie limose con basse proprietà meccaniche sono a suggerire l'ipotesi che il vecchio tracciato stradale sia stato riempito con materiale di riporto.

b) Materiali granulari da poco a mediamente addensati.

Alternanze di sabbie, limi e sabbie limose che coprono, con discreti spessori, il ripiano dell'*intervento β* .

c) Materiali granulari da mediamente addensati ad addensati.

Sono quelle alternanze di sabbie e sabbie limose, con sporadiche intercalazioni più argillose, di consistenza da buona a ottima che caratterizzano il sito dell'*intervento α* .

3.4) *Elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici.*

La Tav. III d (Carta Geomorfologica) ricalca in gran parte il RU poiché non sono state notate ulteriori e significativi agenti morfodinamici (e/o forme) rispetto a quelli già rilevati: 3.4.1) Acque correnti superficiali; 3.4.2) Forme antropiche.

3.4.1) **Acque correnti superficiali.**

a) Erosione superficiale diffusa.

Questa forma interessa i dintorni dei due luoghi in oggetto. Le acque di pioggia asportano porzioni di suolo là dove l'acclività è più marcata e/o dove le coltivazioni lasciano periodicamente il terreno privo di copertura vegetale.

b) Superficie alluvionale.

Coincide con la fascia parallela al canale consorziale Val di Seste a Ovest e i gli estremi lembi occidentali della Valdichiana, marcando le zone che hanno subito inondazioni in epoche recenti e attuali.

3.4.2) **Forme antropiche.**

c) Scarpata artificiale.

Come già accennato i due siti sono stati ricavati con modifiche morfologiche finalizzate a renderli pianeggianti e idonei all'edificazione.

d) Ex tracciato stradale.

L'esame delle foto aeree ha fatto emergere l'esistenza di una vecchia strada alberata che risaliva il pendio e che è stata eliminata nel periodo compreso tra il 1978 e il 1988.

3.4.3) **Forme gravitative di versante.**

e) Scarpata di erosione.

Queste brusche variazioni di pendio, attive con forme di denudamento superficiale, sono proprie ma a distanza della zona d'[intervento \$\alpha\$](#) .

3.5) *Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici.*

Le due aree, come già anticipato, sono situate all'interno di una modesta dorsale collinare e ad altitudini maggiori di due metri dai corsi d'acqua più vicini; pertanto la loro pericolosità idraulica è bassa.

3.6) *Elementi per la valutazione degli aspetti idrogeologici.*

Con i seguenti dati si è cercato di definire la geometria di una eventuale circolazione idrica sotterranea.

- ◆ **Morfologia:** L'area [B](#), situata ai bordi di una modesta incisione e quasi ai piedi di un bacino idrografico di una certa estensione, favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche. La zona [C](#) è invece posta quasi sulla sommità di una dorsale collinare formatasi anche per l'azione erosiva esercitata dai corsi d'acqua.
- ◆ **Stratigrafia:** Al letto della Formazione delle "Sabbie e arenarie" le "Sabbie e Argille", poste a copertura delle estreme propaggini della fascia collinare, sono costituite da litologie sabbiose con frequenti alternanze di intervalli a maggior contenuto argilloso e limoso che, per le modalità di deposizione, risultano lateralmente discontinui anche nel raggio di pochi metri. L'unità fa da tetto ad un substrato con argille prevalenti e potenza maggiore di 100 m.
- ✓ **Indagini geognostiche:** le indagini non hanno messo in evidenza la presenza di falde. Solo in P3 sono state intercettate superficiali infiltrazioni di natura locale.
- ✓ **Opere di captazione e manifestazioni sorgentizie:** nella immediate vicinanze di [B](#) non sono stati notati e pertanto censiti pozzi. Un pozzo, posto un centinaio di metri a Est di Pod. "il Marmo", quindi a notevole distanza dalla zona [C](#), e che approvvigiona la cantina, attinge da una falda situata a 18 m dal piano campagna (quota relativa \approx -55 m); quota che coincide con una intercalazione sabbiosa all'interno delle argille.

* * * * *

- a) Intervento α : Il quadro idrogeologico che ne consegue fa risaltare l'assenza di una falda³ a profondità tali da interferire con le programmate opere. La vulnerabilità dell'acquifero è quindi confermata come medio-bassa.
- b) Intervento β : Pur non essendo state intercettate vere e proprie falde sino a soggiacenze di 12 m le condizioni stratigrafiche, ovvero il relativamente vicino contatto con le "Sabbie e Argille", non portano a escludere con certezza l'esistenza di un acquifero a profondità inferiori ai 15 m.
- 3.7) Elementi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico.**
Sono qui elencati gli Elementi di pericolosità sismica locale notati nelle aree esaminate e usati per la redazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS in Tav. III f):
- a) Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (Area 1).
Le condizioni litotecniche, con un substrato geologico costituito da alternanze di depositi coesivi e granulari di consistenza crescente con la profondità, non fanno escludere il verificarsi di fenomeni di amplificazione degli effetti sismici. La frequenza di risonanza dei siti è tuttavia tale da far escludere a priori, per la tipologia di intervento prevista, il fenomeno della doppia risonanza.
- b) Zona di attenzione per cedimenti differenziali.
L'intervento β andrà a poggiare su materiali che possiedono proprietà meccaniche eterogenee sino a profondità superiori a quelle normalmente interessate dalle fondazioni più superficiali. Inoltre vi va ricordato il rimaneggiamento antropico.
- c) Zona di attenzione per possibile liquefazione.
Sempre nel sito dell'intervento β le conoscenze sono tali da non poter far escludere il verificarsi di una tale evenienza. Infatti:
- ✓ Pur essendo state esplorate profondità di poco superiori ai 12 m le condizioni stratigrafiche non fanno escludere con certezza l'esistenza di un acquifero a profondità inferiori ai 15;
 - ✓ Vi sono litotipi sabbiosi;
 - ✓ Accelerazioni massime $PGA > 0,1 g$;
 - ✓ La magnitudo momento attesa $M_w > 5$.

4. Valutazione di pericolosità.

Sulla base di quanto espresso nel quadro conoscitivo e degli elementi raccolti in fase di analisi e approfondimento è possibile caratterizzare la superficie di studio in funzione delle problematiche emerse.

4.1) Aree a pericolosità geologica (Tav. IV a).

Sotto questo aspetto viene confermata una generale Pericolosità geologica media (G.2) poiché gli elementi geomorfologici e litologici fanno ipotizzare una bassa propensione al dissesto. Tuttavia le caratteristiche geotecniche scadenti inducono ad assegnare, a una porzione dell'area β , una Pericolosità geologica elevata (G.3).

4.2) Aree a pericolosità idraulica (Tav. IV b).

³ **ACCORDO 12 dicembre 2002** Linee guida per la tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art. 21 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. DEFINIZIONI ... "g. **Falda**: le acque che si trovano al di sotto della superficie del terreno, nella zone di saturazione e in diretto contatto con il suolo e sottosuolo, circolanti nell'acquifero e caratterizzate da movimento e presenza continua e permanente. Essa può essere distinta, secondo le condizioni idrauliche ed al contorno in libera, confinata, semiconfinata/semilibera..."

La situazione, per entrambi i siti, di alto morfologico mette al riparo da questa criticità e pertanto la pericolosità è bassa (I. 1).

4.3) **Aree con problematiche idrogeologiche.**

Non sono state notate particolari condizioni di vulnerabilità nonostante le previste porzioni seminter-rate della cantina.

4.4) **Aree a Pericolosità Sismica Locale (Tav. IV d).**

Tenuto conto delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica individuate in Tav. III f la Pericolosità sismica è media (S.2), in quanto vi si ritengono possibili fenomeni di amplificazione delle sollecitazioni sismiche, per l'intervento α e elevata (S.3) per l'intervento β , a causa delle proprietà meccaniche eterogenee sino a profondità superiori a quelle normalmente interessate dalle fondazioni più superficiali e a causa di un potenziale rischio di liquefazione.

5. **Condizioni di fattibilità**

Mettendo in correlazione le carte a pericolosità con le programmate opere nello schema di Tav. V si evince che il previsto ampliamento (intervento α) andrà a ricadere in un'area con media pericolosità geologica (G. 2) e sismica (S. 2). La **Fattibilità** è quindi **con normali vincoli (F2)**. Infatti, gli approfondimenti dovranno essere equiparati alla classe di indagine, ai sensi del DPGR n. 36/R, nella quale ricade l'intervento in forza delle progettate elevate volumetrie.

Altra attenzione dovrà essere rivolta al riutilizzo delle terre da scavo e alle sistemazioni esterne che, oltre ad una corretta regimazione delle acque meteoriche, dovranno inglobare tutti quegli accorgimenti atti a non innescare fenomeni di erosione superficiale e concentrata.

L'intervento β , invece, verrà attuato in una zona con maggiori criticità che le indagini svolte hanno individuato ma non completamente definito. Nonostante ciò, poiché il progetto appare compatibile con quanto ricostruito anche in questo caso viene attribuita una **Fattibilità (F2)** vincolata agli approfondimenti richiesti dalla classe di indagine del DPGR n. 36/R.

6. **Conclusioni**

Con lo studio di due distinte aree nel territorio comunale di Montepulciano (SI) che, nell'ambito del Programma Aziendale Pluriennale di Miglioramento Agricolo Ambientale riguardante i terreni di proprietà delle "Tenute del Cerro" S.p.A, prevedono l'ampliamento della cantina "Fattoria del Cerro" (intervento α) e la realizzazione di un magazzino di imbottigliamento e stoccaggio (intervento β), per volumi complessivi superiori ai 6'000 m³, si è cercato di definirne gli aspetti geologici principali, in modo di giungere a una classificazione di pericolosità ed esprimere un giudizio di fattibilità, secondo quanto prescritto nel Decreto del Presidente della GRT n°53/R del 25 Ottobre 2011.

Le aree, poste al margine occidentale della Valdichiana, sono collocate all'interno della fascia collinare di raccordo. In considerazione dell'eterogeneità dei luoghi interessati i dati raccolti saranno di seguito descritti separatamente.

a) **Intervento α : ampliamento cantina**

La cantina sorge lungo il versante Ovest di un dosso collinare e in corrispondenza di un ampio ripiano sub-pianeggiante, almeno in parte di natura artificiale. Nel Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) è classificata P.F. 2, e, grazie all'altimetria, la pericolosità idraulica è irrilevante. Inoltre, nelle indagini di supporto alla pianificazione urbanistica (Piano Strutturale e RU) è considerata a pericolosità idraulica bassa (I. 1) e a media pericolosità geologica (G. 2). Nel PTCP della Provincia di Siena la zona, nella carta della sensibilità degli acquiferi, è in Classe 3 e non è soggetta a nessun vincolo. (2.)

Vi affiorano sedimenti appartenenti alla Formazione delle “Sabbie e arenarie” che appaiono composti per lo più da sabbie e sabbie limose. (3.1)

Le indagini, eseguite in questa e in una precedente circostanza, hanno attraversato litologie granulari da mediamente addensate ad addensate. (3.3)

Oltre al descritto intervento antropico non vi è segnalata (RU) e non vi è stata registrata l’attività di altri agenti morfodinamici. (3.4)

La zona, come già anticipato, è situata all’interno di una dorsale collinare e ad altitudini maggiori di due metri dai corsi d’acqua più vicini. (3.5)

L’inquadramento idrogeologico fa risaltare l’assenza di una falda a profondità tali da interferire con le programmate opere. (3.6)

Tra gli Elementi di pericolosità sismica locale vanno segnalate solo le possibili amplificazioni stratigrafiche. (3.7)

I conseguenti giudizi di pericolosità confermano quanto espresso in fase di pianificazione comunale: Pericolosità geologica media (G. 2) giacché gli elementi geomorfologici e litologici fanno ipotizzare una bassa propensione al dissesto; Pericolosità idraulica bassa (I.1); Pericolosità sismica media (S. 2) poiché vi si ritengono possibili fenomeni di amplificazione delle sollecitazioni sismiche. (4)

Il grado di Fattibilità (F2) è riconducibile agli indispensabili approfondimenti di indagine che, tenute in conto le progettate volumetrie, ai sensi del DPGR n. 36/R fanno ricadere l’intervento in classe di indagine 4. (5.)

b) Intervento β: realizzazione magazzino di imbottigliamento e stoccaggio

Il magazzino sarà edificato all’interno di un pianoro almeno in parte artificiale. Dal quadro conoscitivo risulta un rischio idraulico irrilevante/ pericolosità bassa (I. 1); pericolosità geomorfologica bassa (P.F. 1) e geologica media (G. 2), assenza di vincoli preordinati. (2.)

Nei dintorni sono state rilevate le “Sabbie e arenarie” (3.1) il cui stato di consistenza, variabile da molto sciolto a mediamente addensato sembra risentire dell’esistenza di un vecchio tracciato stradale. (3.3)

Vi sono forme antropiche evidenti (scarpate artificiali per l’ampliamento della superficie) e occulte (vecchia strada). (3.4)

Anche quest’area, come già anticipato, è posta all’interno di una modesta dorsale collinare e ad altitudini maggiori di due metri dai corsi d’acqua più vicini. (3.5)

Pur non essendo state intercettate vere e proprie falde sino a soggiacenze di 12 m le condizioni stratigrafiche non portano a escludere con certezza l’esistenza di un acquifero a profondità inferiori ai 15 m (3.6).

Nella carte delle MOPS sono state evidenziate, oltre a possibili amplificazioni stratigrafiche, zone di attenzione per possibili cedimenti differenziali e per possibile liquefazione. (3.7)

Pertanto: la Pericolosità geologica è in gran parte media (G.2) ma con una ristretta fascia a pericolosità elevata (G.3); la Pericolosità idraulica è bassa (I.1); la Pericolosità sismica locale è, per i motivi sopra esposti, in parte media (S.2) ma anche alta (S.3). (4)

Nonostante ciò la fattibilità risulta con i normali vincoli (F2) richiesti dalla classe di indagine 4 del DPGR n. 36/R. (5.)

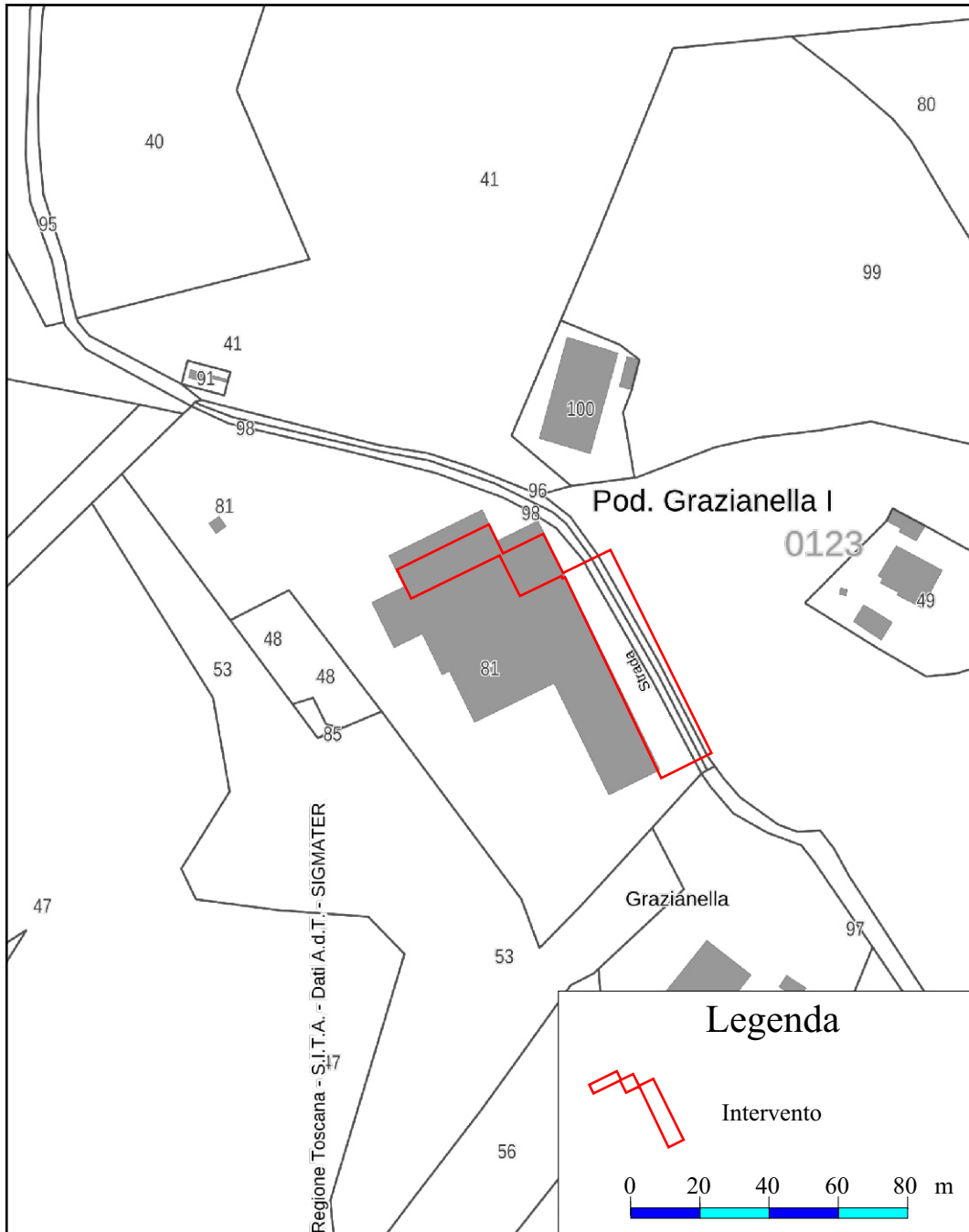
Al presente elaborato sono allegate:

1) Tavv. I a-b:	Stralcio planimetrie catastali	in scala	1:2'000;
2) Tavv. II a ₁ -a ₂ :	Corografia	"	1:25'000;
3) Tav. II b:	Stralci PGRA e PAI	"	1:10'000;
4) Tav. II c ₁ :	Stralci Regolamento Urbanistico	"	1:10'000;
5) Tav. II c ₂ :	Stralci Regolamento Urbanistico	"	1:10'000;
6) Tav. II d:	Stralcio PTCP (Sensibilità degli acquiferi)	"	1:25'000
7) Tav. III a:	Schema Geologico	"	1:10'000;
8) Tavv. III b ₁ -b ₂ :	Ubicazione indagini geognostiche	"	1:1'000;
9) Tav. III c:	Carta Litotecnica	"	1:5'000;
10) Tav. III d:	Carta Geomorfologica	"	1:5'000;
11) Tav. III f:	Carta delle MOPS	"	1:5'000;
12) Tav. IV a	Pericolosità Geologica	"	1:5'000;
13) Tav. IV b:	Pericolosità Idraulica	"	1:5'000;
14) Tav. IV d:	Pericolosità Sismica	"	1:5'000;
15) Tav. V:	Carta della fattibilità	"	1:5'000;
16) Allegati 1-3-5	Esiti del sondaggio;		
17) Esiti delle Prove Penetrometriche;			
18) Esiti delle elaborazioni HVSR.			

Acquaviva, 16 giugno 2017

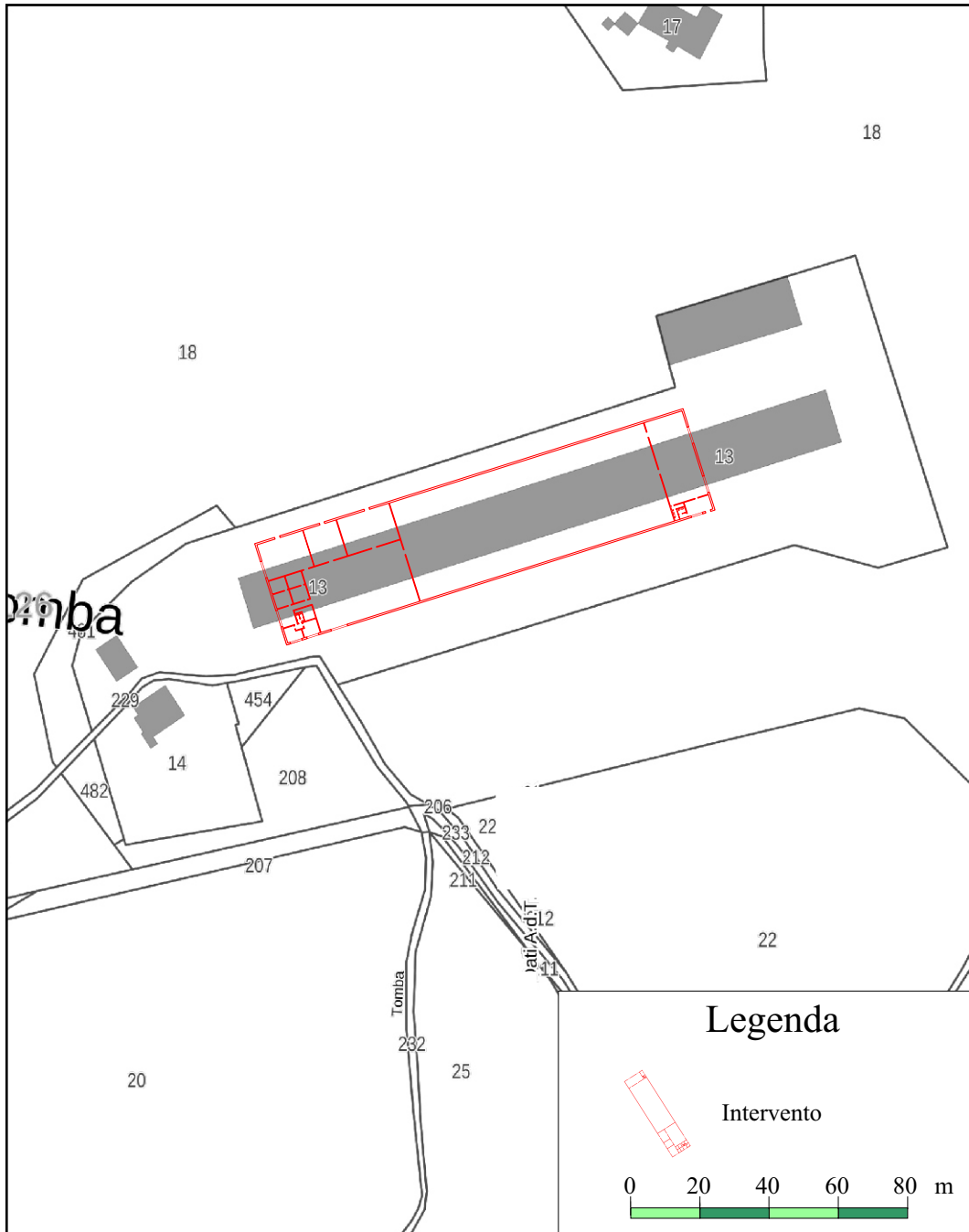
Il Geologo Stefano Caleri

Stralcio Planimetria Catastale



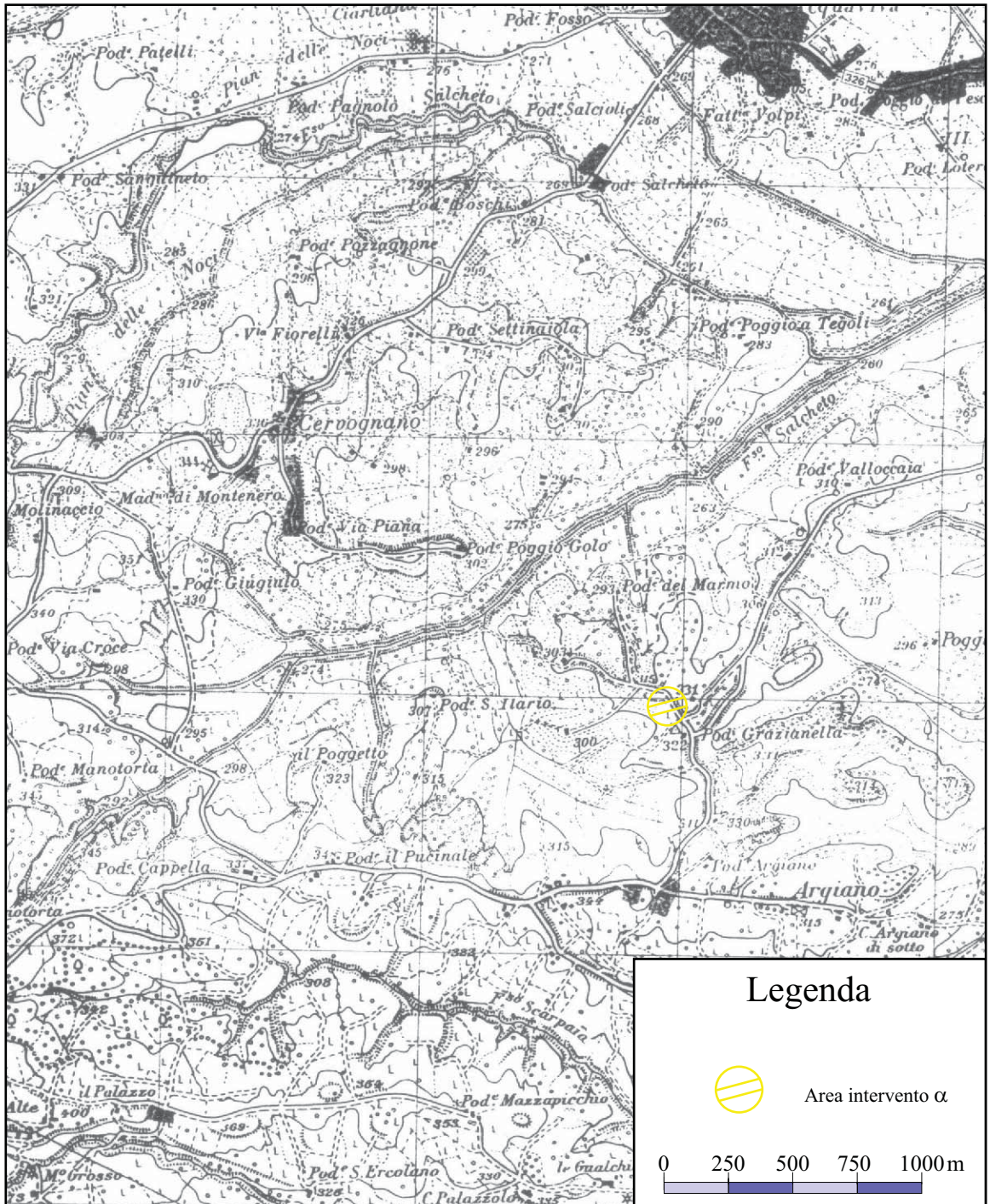
Tav. I a

Stralcio Planimetria Catastale



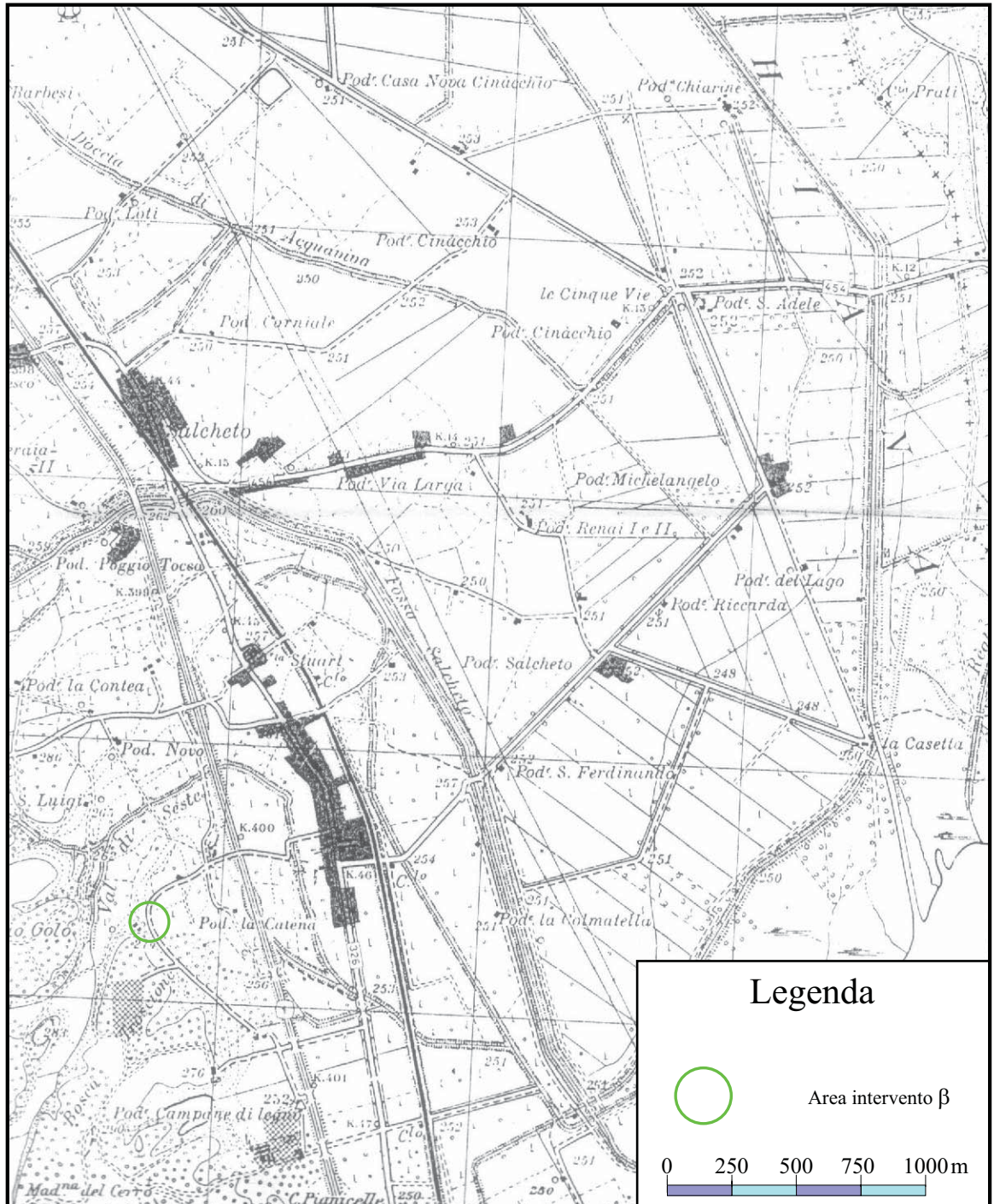
Tav. I a

Corografia



Tav. II a₁

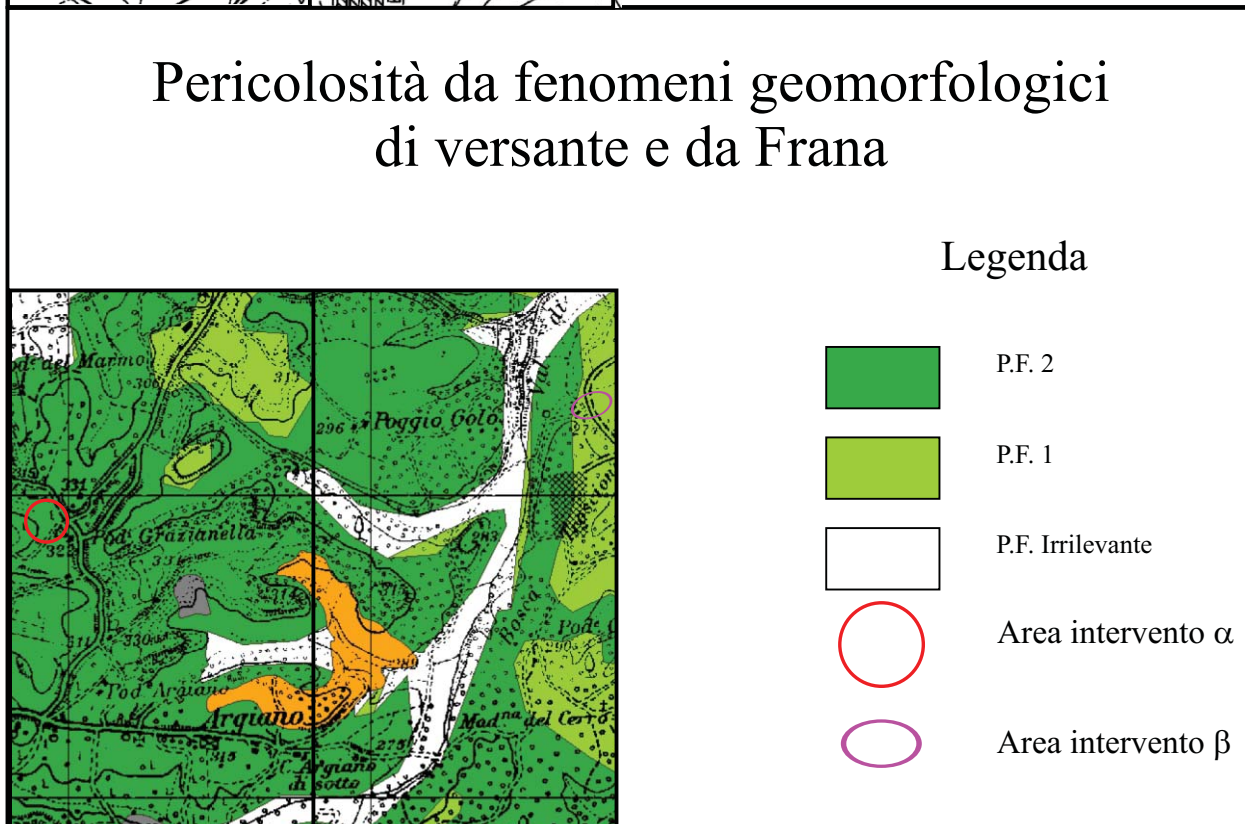
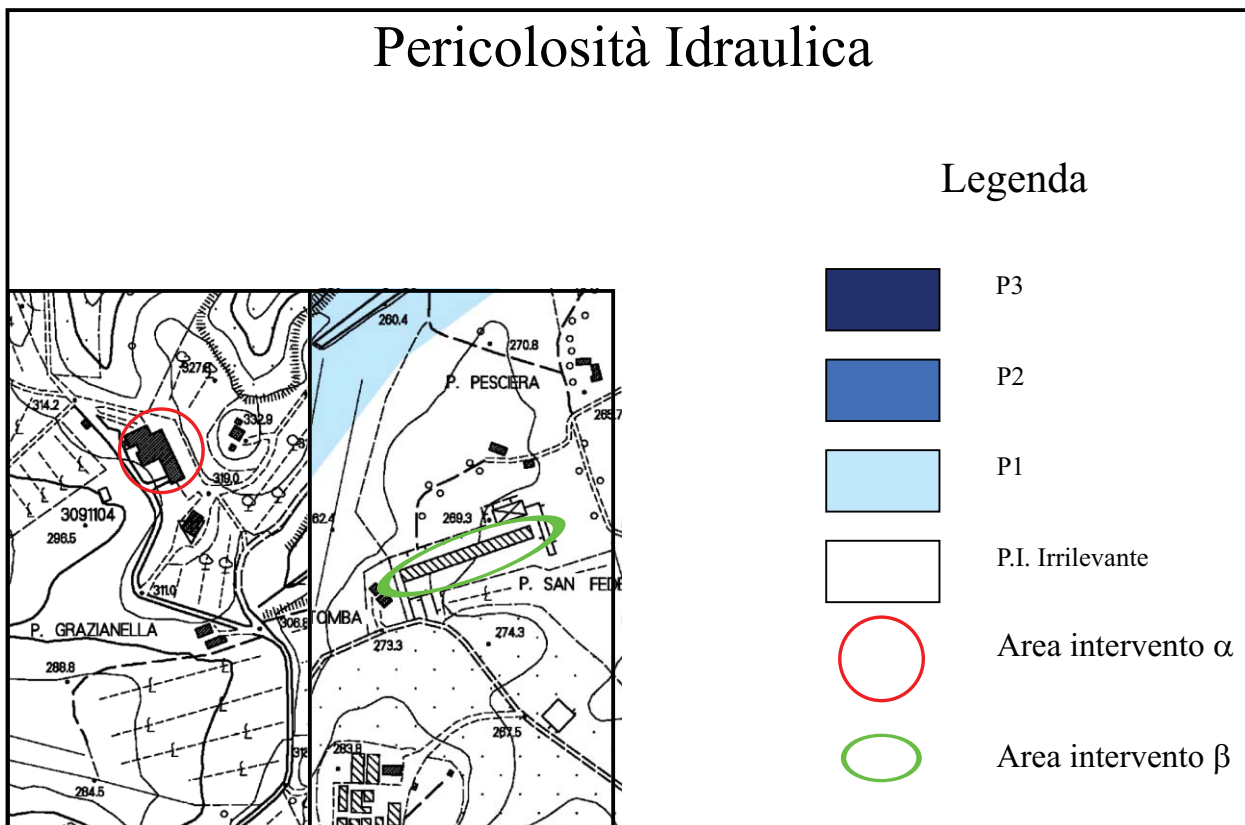
Corografia



Tav. II a₂

Autorità di bacino del Fiume Arno

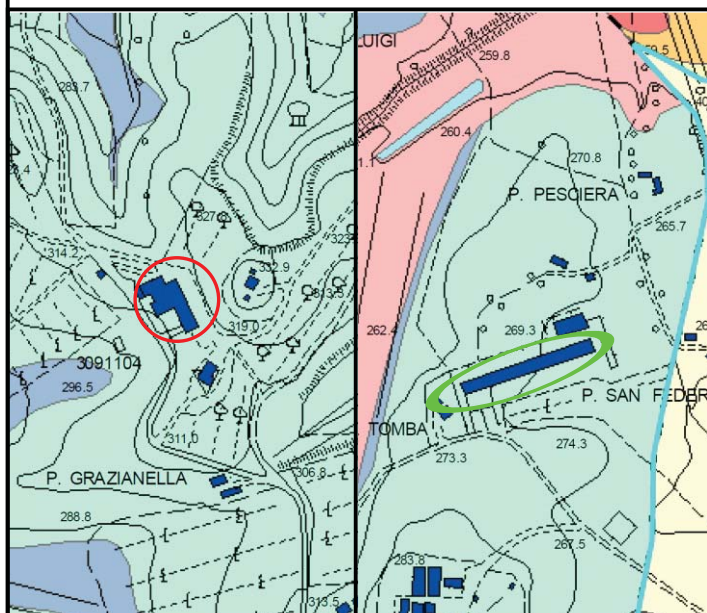
PGRA e PAI



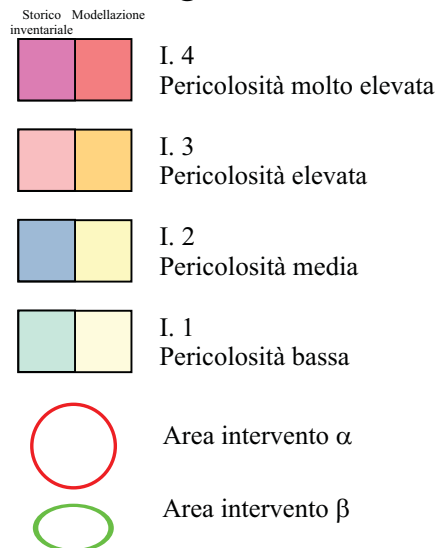
Tav. II b

Regolamento Urbanistico

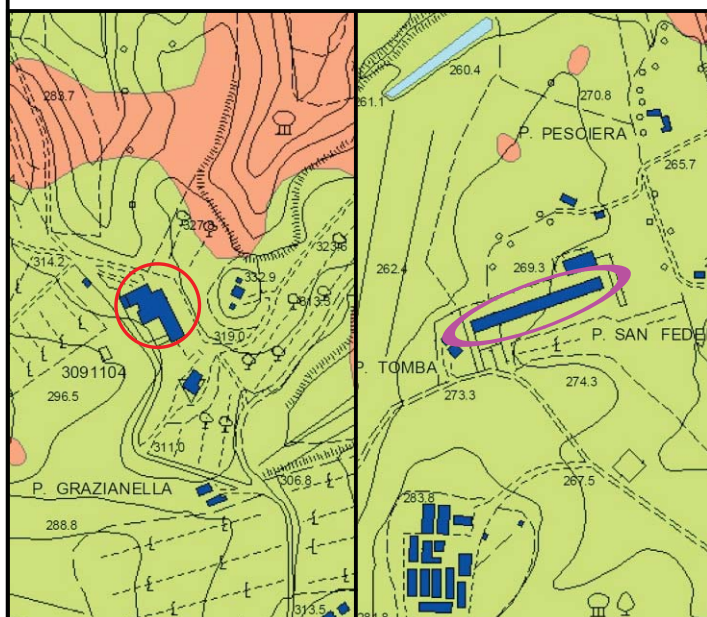
Pericolosità Idraulica



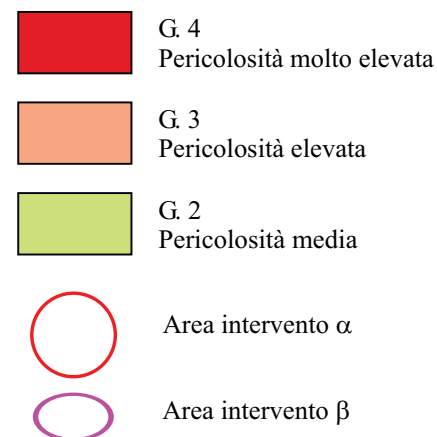
Legenda



Pericolosità Geologica



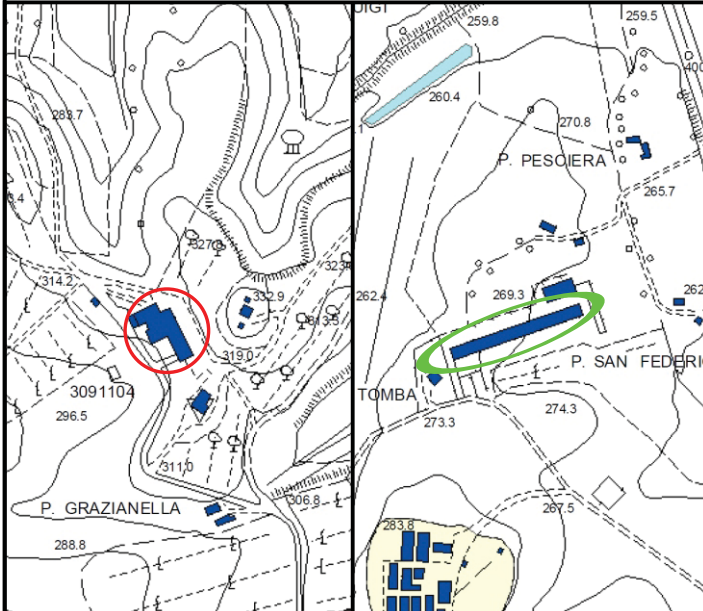
Legenda



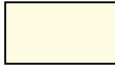


Tav. II c₁

Regolamento Urbanistico

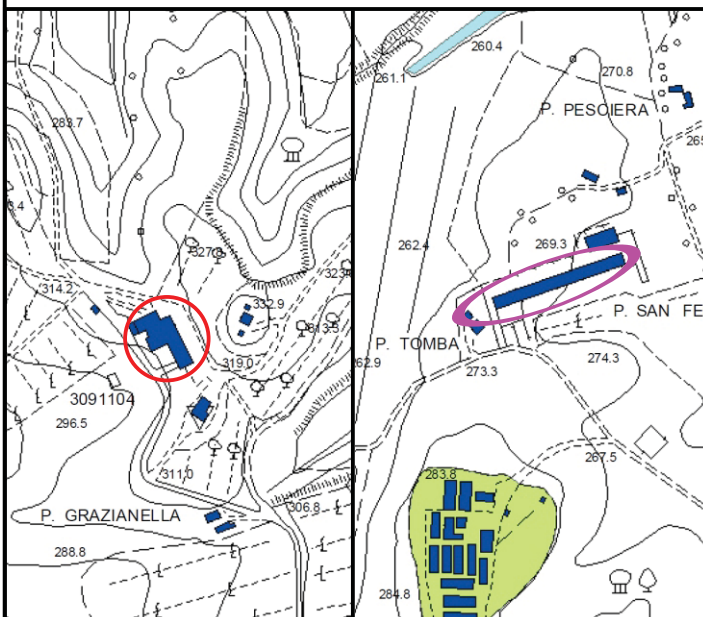
Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale






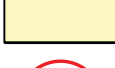


Legenda

-  Zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti (9)
-  Area intervento α
-  Area intervento β

Pericolosità Sismica Locale

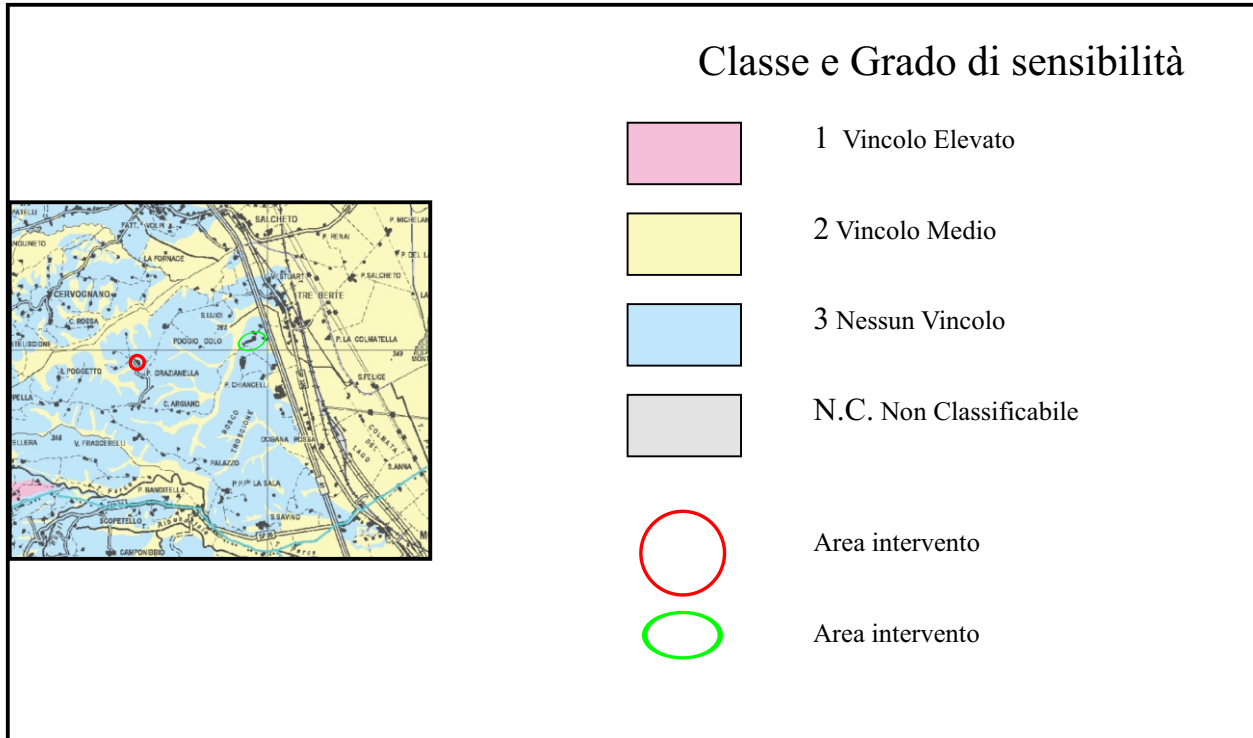


Legenda

-  S. 4 Pericolosità molto elevata
-  S. 3 Pericolosità elevata
-  S. 2 Pericolosità media
-  S. 1 Pericolosità bassa
-  Area intervento α
-  Area intervento β

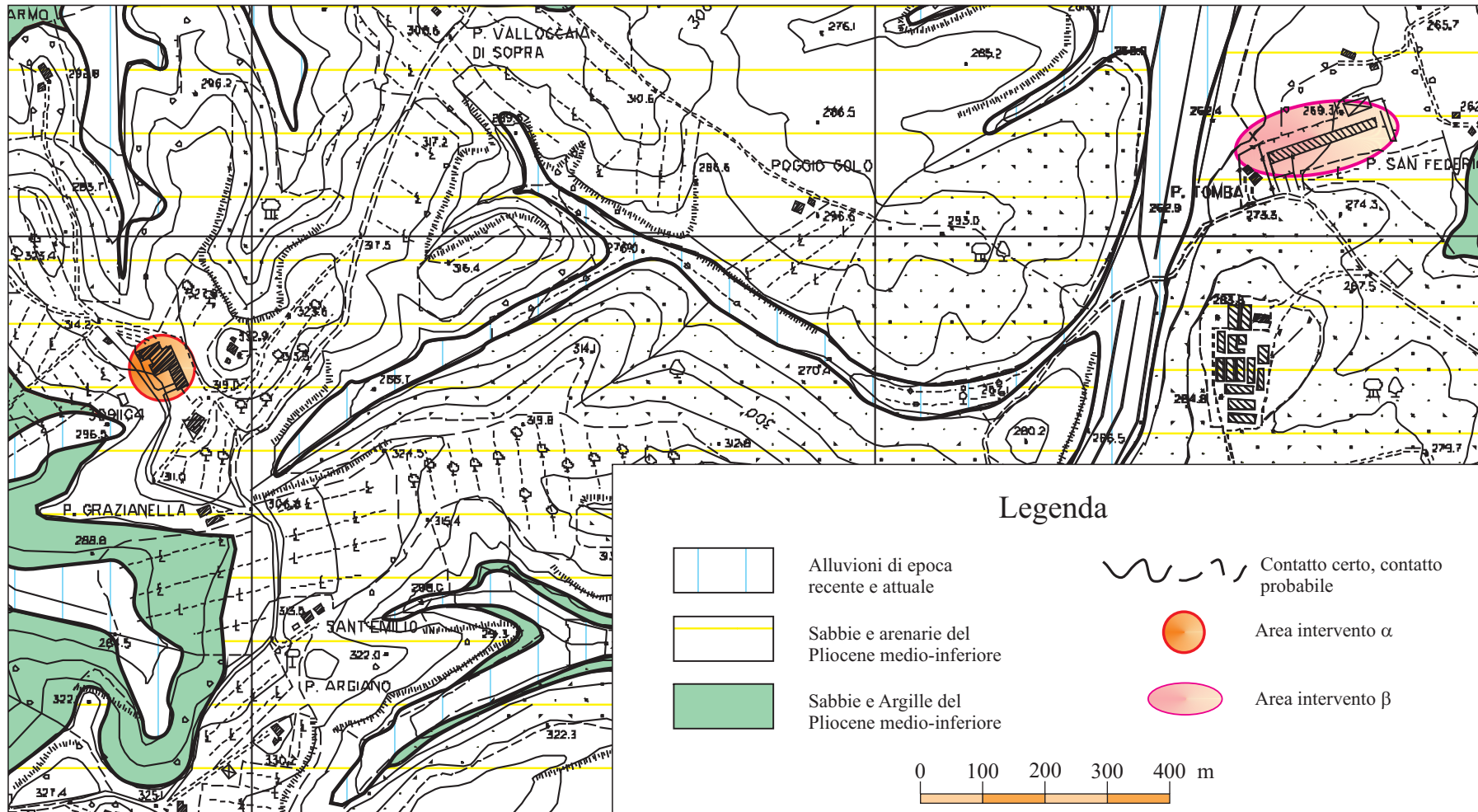
Tav. II c₂

Carta della sensibilità degli acquiferi PTCP



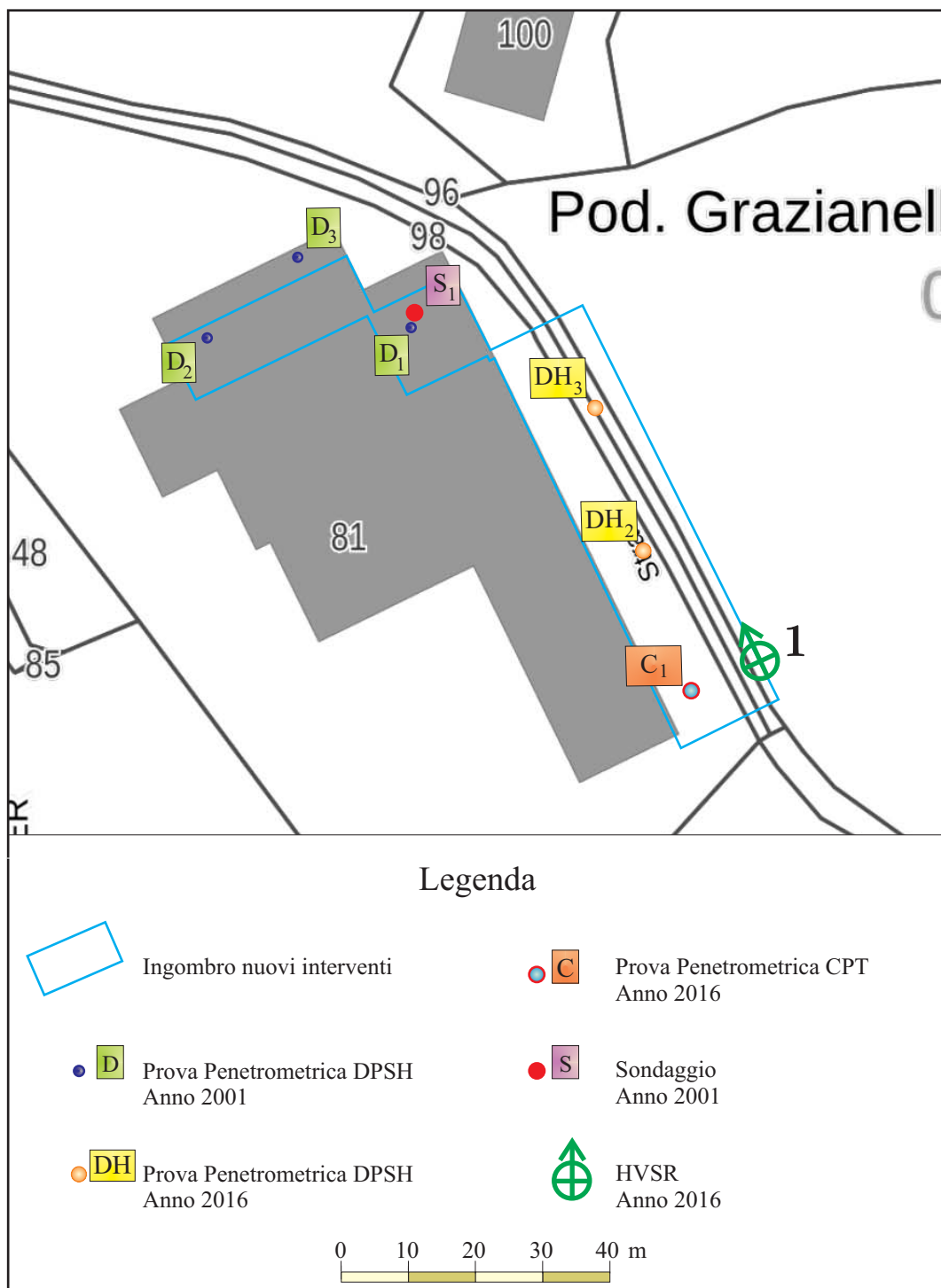
Tav. II d

Schema Geologico



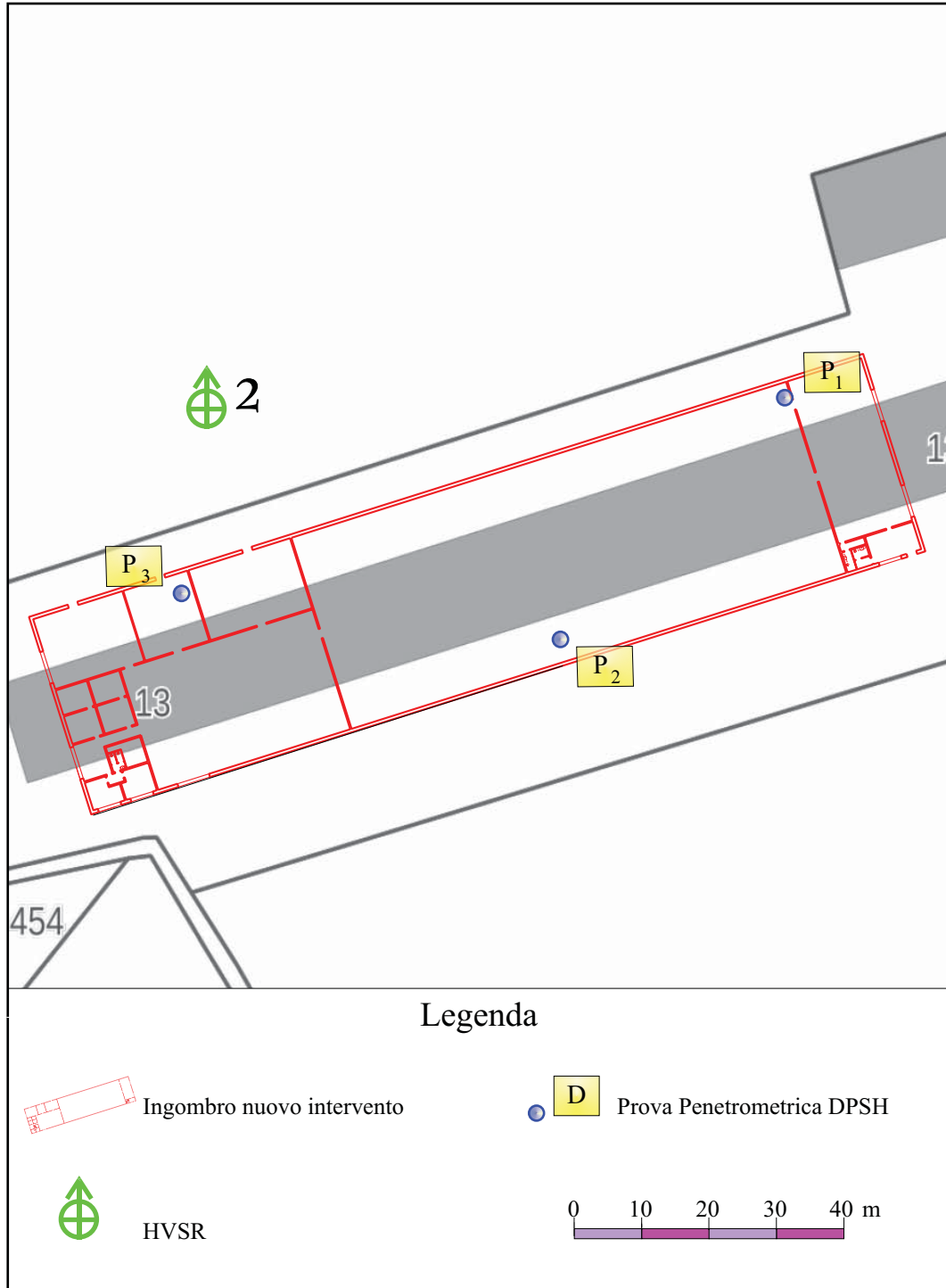
Tav. III a

Ubicazione Indagini Geognostiche



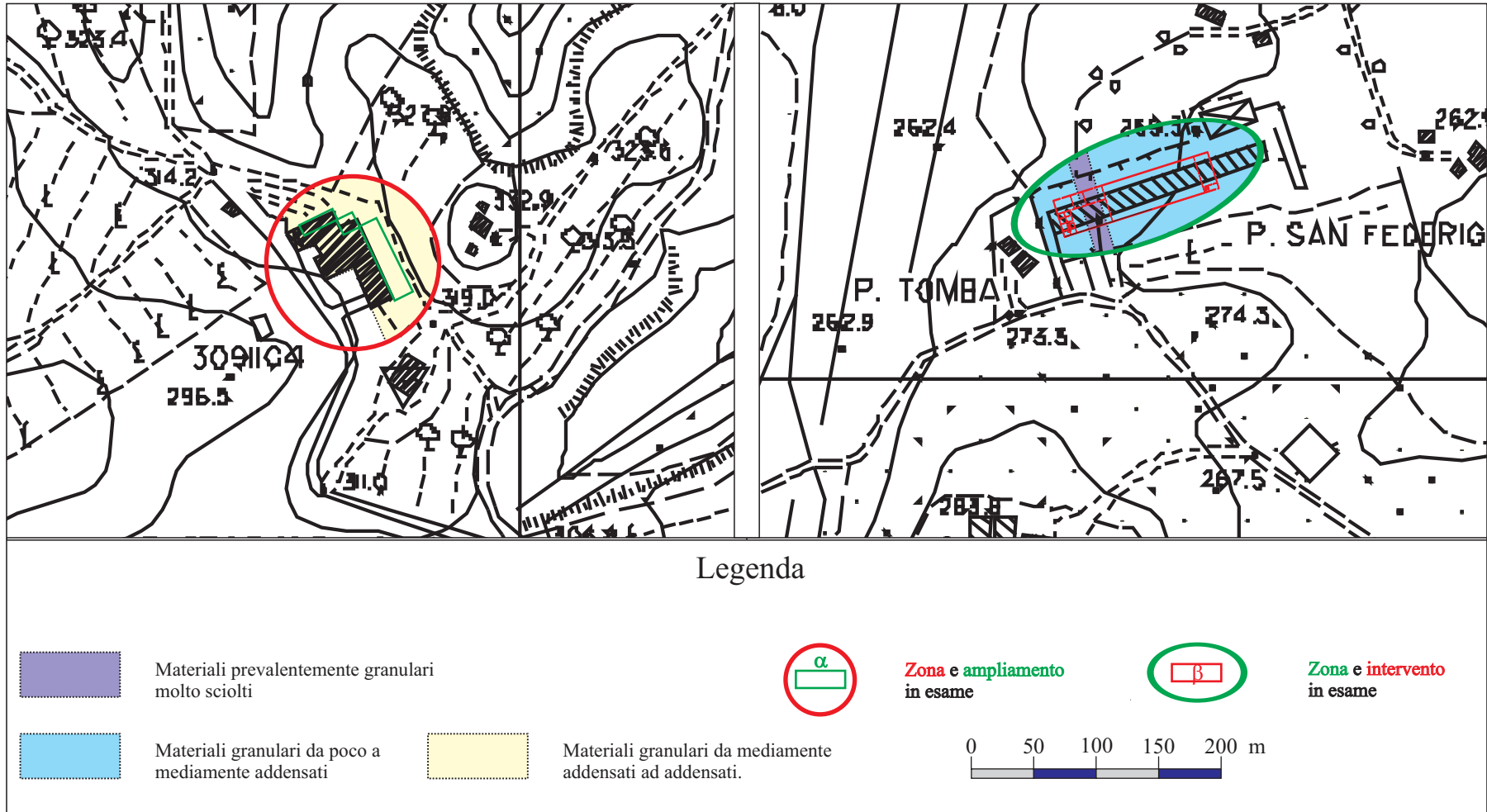
Tav. III b₁

Ubicazione Indagini Geognostiche



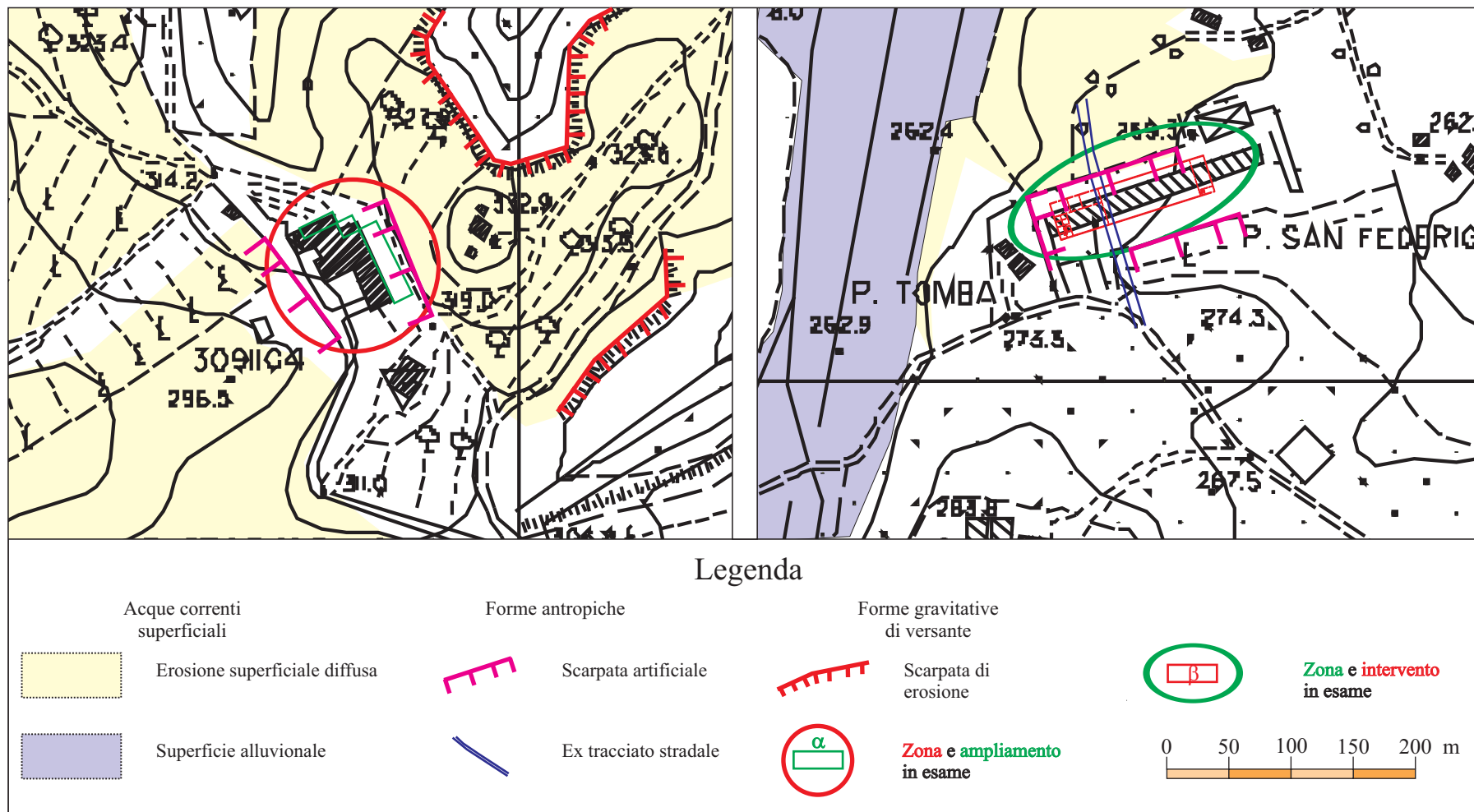
Tav. III b₂

Carta Litotecnica



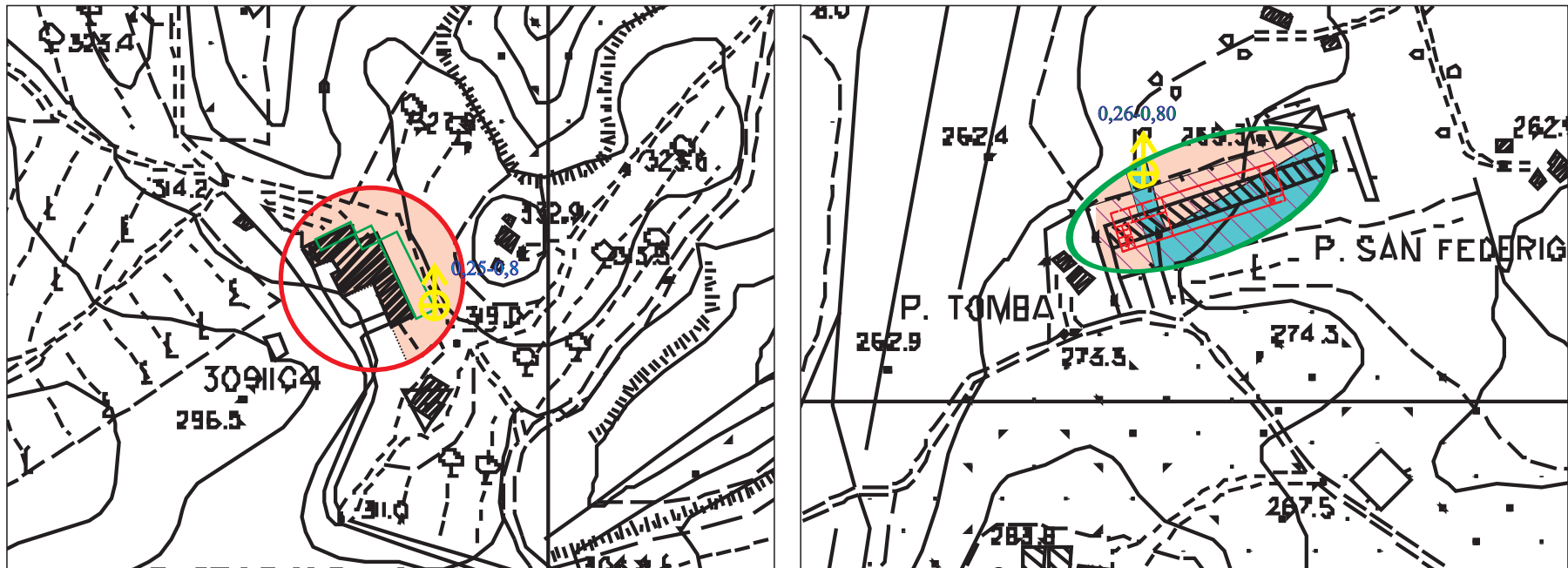
Tav. III c

Carta Geomorfologica

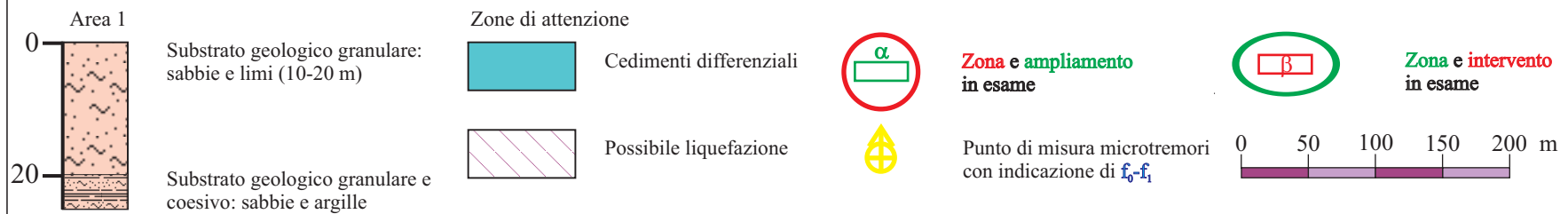


Tav. III d

Carta delle MOPS

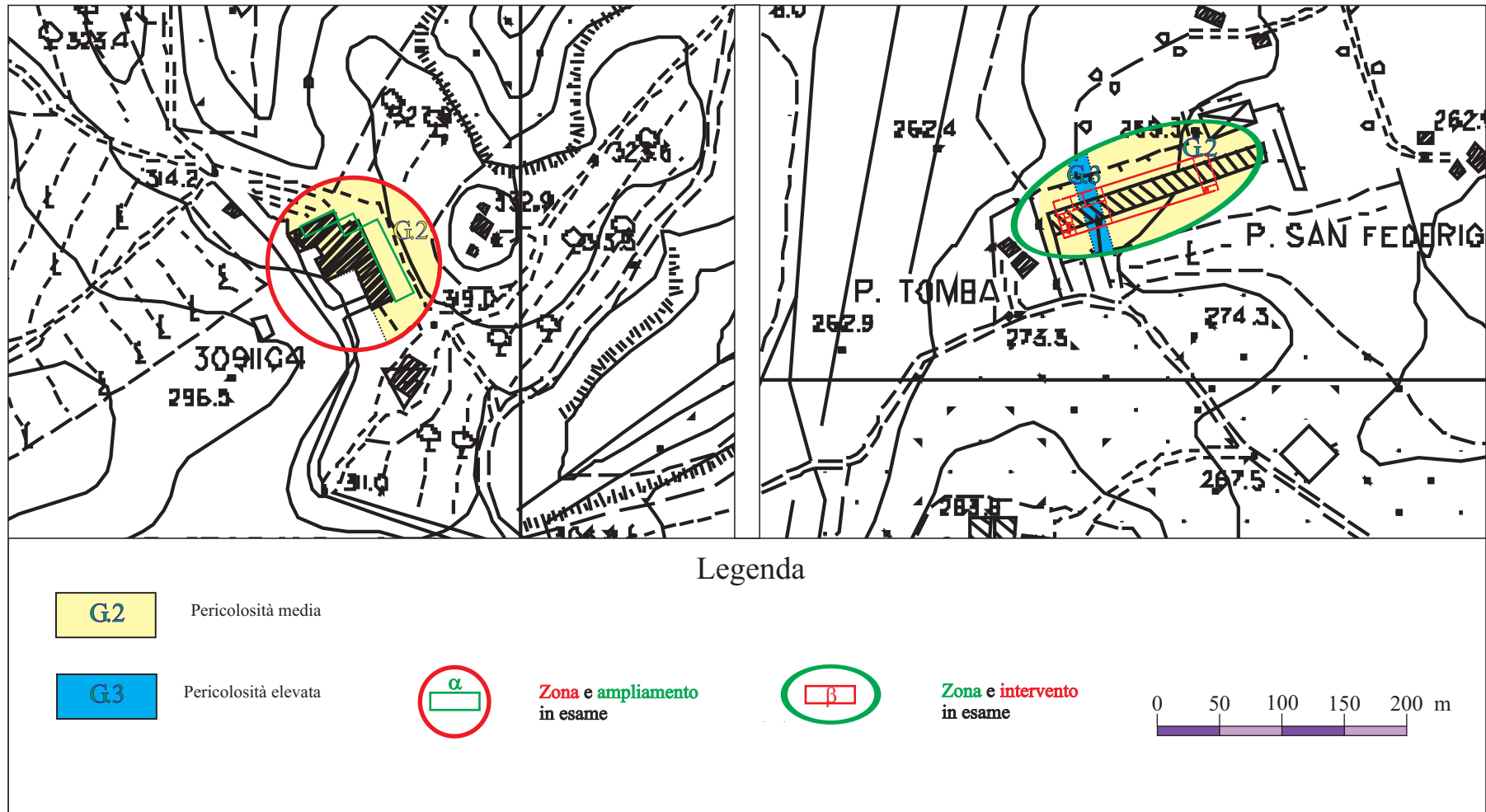


Legenda



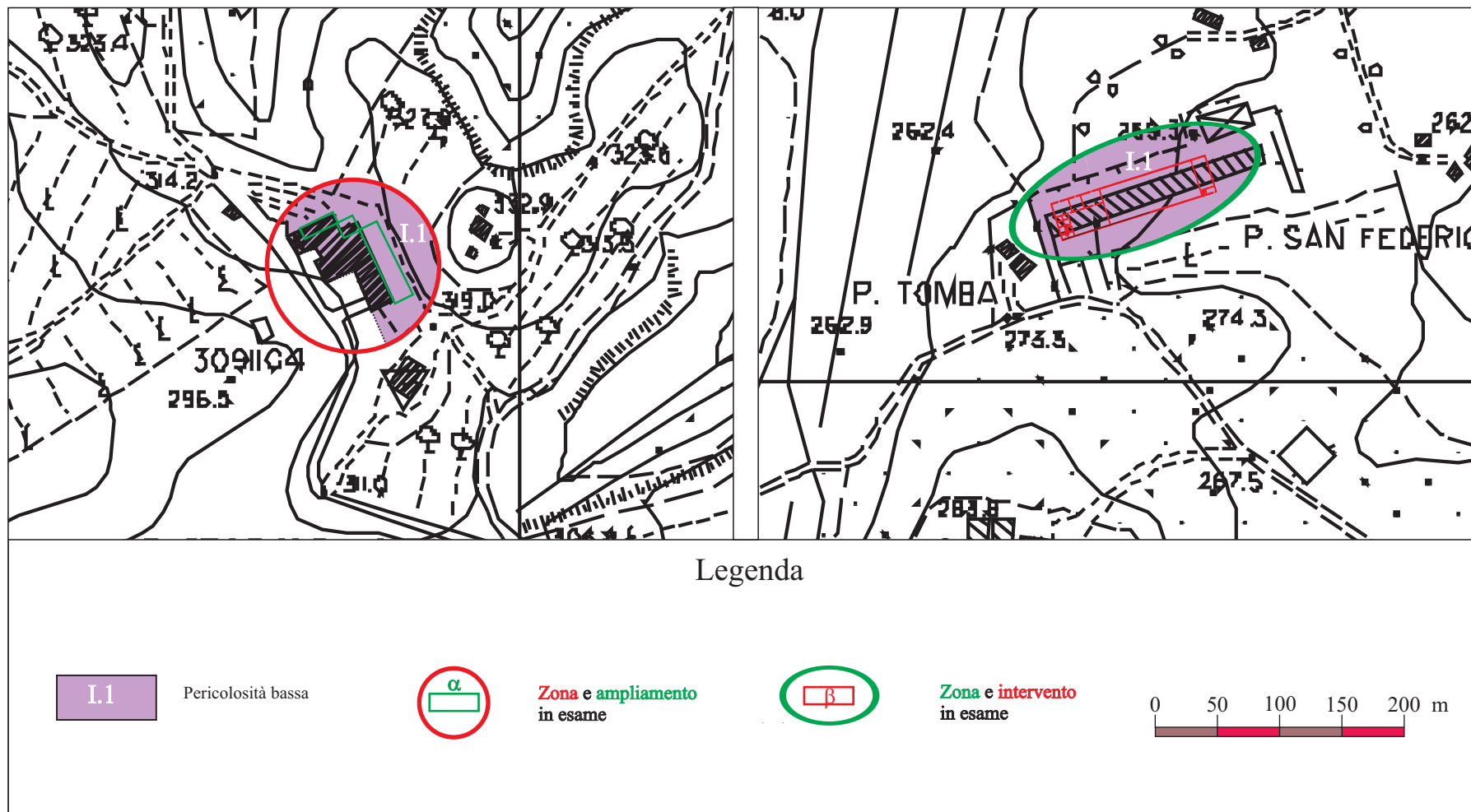
Tav. III c

Pericolosità Geologica



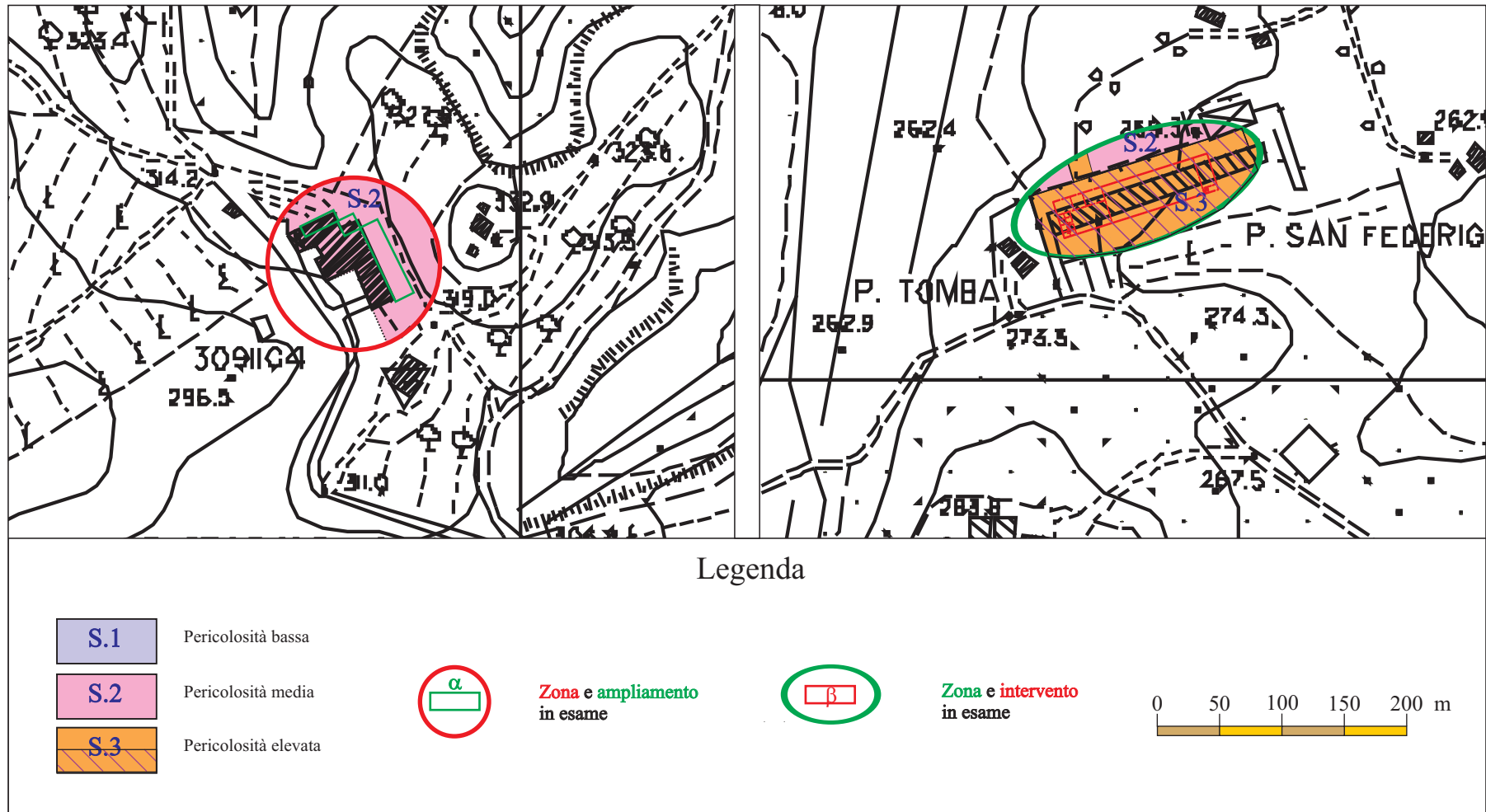
Tav. IV a

Pericolosità Idraulica



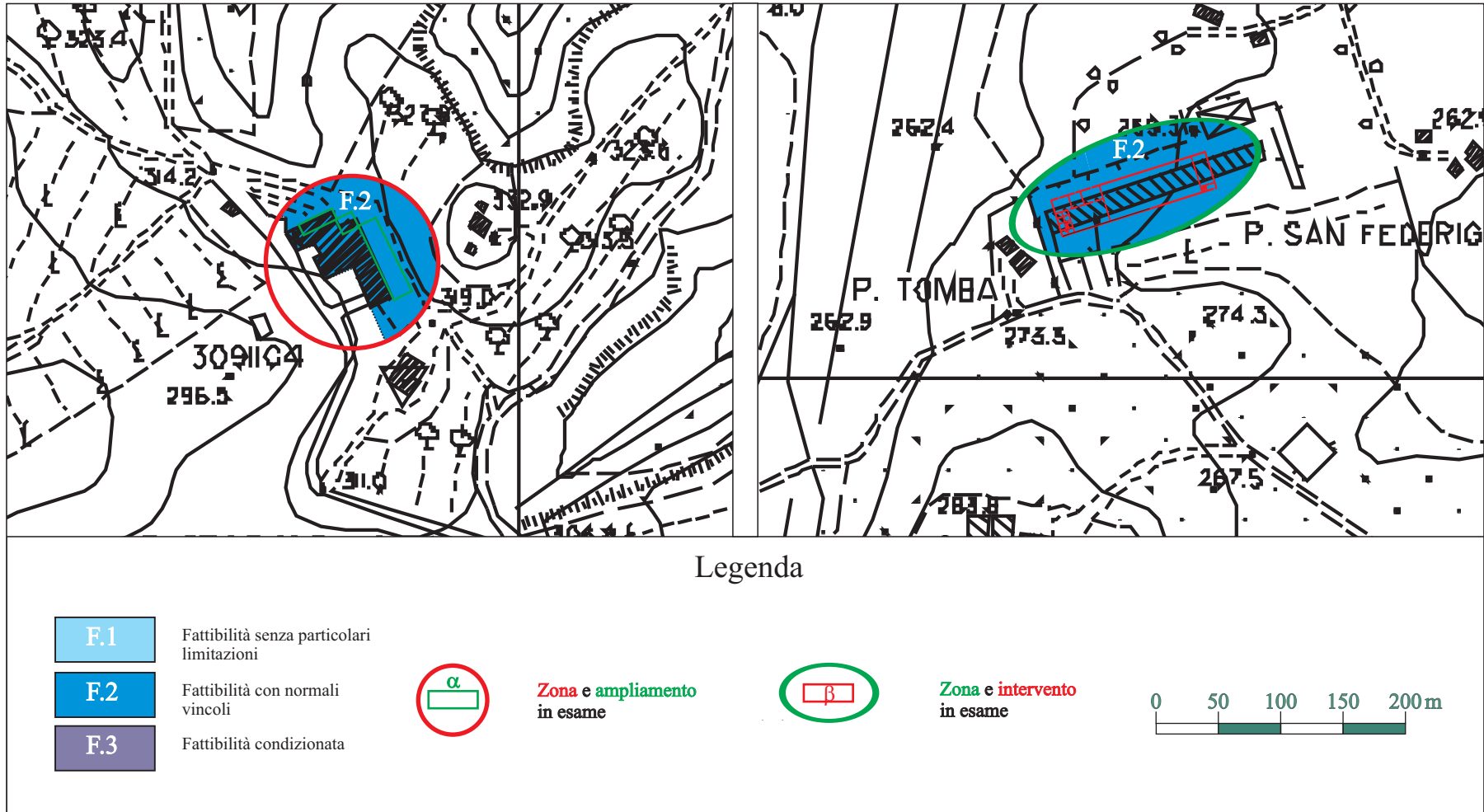
Tav. IV c

Pericolosità Sismica



Tav. IV d

Carta della Fattibilità



Tav. V