

COMUNE DI ZOLA PREDOSA

CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA

ACCORDO OPERATIVO ART. 38 LR 24/2014

SCHEDA NORMATIVA 12 RIALE SUD IUC.11

VIA BERLINGUER 10\1 - LOCALITÀ RIALE, ZOLA PREDOSA (BO)



RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA CON ANALISI GEOTECNICA E VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Bologna, 19 Marzo 2019

DOTT. GEOL. CARLO ALFONSO LIPPARINI



A handwritten signature in blue ink, reading "Carlo Alfonso Lipparini".

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA.	6
2.1 OSSERVAZIONI IDROGEOLOGICHE ED IDROLOGICHE DELL'AREA	8
2.2 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE	9
3. DESCRIZIONE DELL' INDAGINE ESEGUITA	11
3.1 INTERPRETAZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA STATICA	14
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	15
4.1 VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S (V_s)	17
4.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	17
4.3 CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	18
4.4 PROFONDITÀ DEL BEDROCK	18
4.5 LIQUEFAZIONE	19
5. RISPOSTA SISMICA LOCALE: ANALISI DI SECONDO LIVELLO.....	21
6. CONCLUSIONI.....	24

1. PREMESSA

A seguito di incarico ricevuto dalla committenza, nel complesso delle Relazioni del Piano Urbanistico Attuativo riguardante un'area ubicata nel comune di Zola Predosa, con accesso attuale da via Berlinguer 10/1- località Riale, si è proceduto ad uno studio di tipo geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico preliminare dell'area dove è previsto un intervento edilizio di integrazione finalizzato ad opere di sistemazione idraulica ed idrogeologica contestualmente alla cessione di aree collettive a parco pubblico.

Lo studio geologico di quest'area è mirato a definire le scelte localizzative compatibilmente con le potenzialità e con la vocazione del luogo, verificando puntualmente che il processo di urbanizzazione rispetti l'idoneità geologica dell'area, che le variazioni indotte sull'ambiente non costituiscano pericolo per gli stessi insediamenti e che queste non arrechino danni irreversibili alle risorse naturali. Con la Circolare n° 1288 del 11 febbraio 1983 la Regione Emilia-Romagna ha dettato le modalità di realizzazione dello studio geologico nell'ambito di valutazione di un progetto urbano.

Sono individuati come prioritari gli aspetti idrogeologici, geotecnici e sismici.

Per gli aspetti idrogeologici sono richiesti la determinazione delle caratteristiche dell'acquifero sotterraneo, delle quote e dell'escursione della falda freatica, dove e se presente; per gli aspetti sismici è richiesta la caratterizzazione sismica, in ossequio alla delibera regionale n.112/2007, con il secondo livello di approfondimento.

Dal punto di vista geotecnico devono essere individuate le limitazioni tipologiche degli interventi, definendo le linee generali di tendenza al comportamento geotecnico dei terreni.

Oltre agli elementi geomorfologici e topografici, verranno analizzati gli aspetti fisici del territorio che influiscono sulla pericolosità sismica locale, quali le caratteristiche geologiche, litologiche, geotecniche e idrogeologiche che possono determinare effetti di amplificazione del moto sismico, addensamento, liquefazione, cedimenti, instabilità del versante, rotture del terreno e via dicendo.

Lo studio si è articolato nel seguente modo:

- rilevamento delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche ed idrologiche di superficie dell'area;
- esecuzione di 1 prova penetrometrica statica CPT con penetrometro da 20 t spinte sino alla profondità necessarie alle esigenze progettuali (rifiuto strumentale);
- misura all'interno del foro di indagine del livello eventuale della falda acquifera superficiale con freatimetro elettrico;

- analisi delle misurazioni sismiche effettuate nell'area da precedenti studi pubblicati sul sito del Servizio Geologico Sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna.

Nella relazione che segue sono riportate le metodologie di indagine, i risultati delle elaborazioni della prove geognostica in sito, le metodologie seguite per lo studio di risposta sismica di secondo livello e le conclusioni relative alla fattibilità dell'intervento urbanistico in relazione al contesto geologico e sismico del sito.

L'area indagata si individua nella cartografia allegata, ricavata dalla Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) alla scala 1:5.000, Elemento 220111.

L'area oggetto degli interventi è ubicata al Foglio 29, mappali 754, 1006(parte), 1008, 1007, 577 del catasto del comune di Zola Predosa.

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Lo studio geologico-geotecnico svolto e la stesura della seguente relazione rispettano le disposizioni indicate nella normativa di riferimento elencata di seguito:

- “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazioni”. D.M. 11 Marzo 1988;
- Istruzioni relative alle “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”. Circ. Min. LL.PP. n° 30483, 24 Settembre 1988;
- AGI: raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, Giugno 1977;
- AGI: raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio, Maggio 1990 (edizione provvisoria);
- Eurocodice Ec7 per l'ingegneria geotecnica, Settembre 1988;
- ISO 31-11: Quantities and units, Mathematical signs and symbols for use in the physical sciences and technology, 1992.
- UNI ISO 2955: Rappresentazione delle unità SI e di altre unità usate nei sistemi con insiemi limitati di caratteri, 1987
- ASTM: norme relative alla descrizione di una terra, all'esecuzione di analisi granulometrica per via umida con sedimentazione ed aerometria, alla esecuzione di prova di compressione monoassiale, alla esecuzione di S.P.T., alla esecuzione di C.P.T.;
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture e aspetti geotecnici.
- Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 2 maggio 2007, Regione Emilia-Romagna, (2007)
- "Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M. 14 Gennaio 2008;
- Circolare 2 febbraio 2009 Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni;
- L.R. 30 ottobre 2008, n. 19 "Norme per la riduzione del rischio sismico" e documenti correlati.
- "Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M. 17 Gennaio 2018.

2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA.

L'area in esame è ubicata tra le valli del Torrente Lavino, ad Ovest, e la valle del Fiume Reno ad Est e si trova al margine di contatto, collinare-appenninico, con la pianura padana, che si estende verso nord.

L'area dove è previsto l'intervento edificatorio si trova dunque al margine pedecollinare a sud est dell'abitato di Zola Predosa, in località Riale, alla quota di 95 m s.l.m. circa, al piede di un versante caratterizzato da debole inclinazione, sub-pianeggiante nell'area di interesse specifico, ed ubicato al fianco ovest di un crinale secondario che separa due vallecole incise da piccoli rii, privi di idronimo, che defluiscono le acque in direzione nord verso l'abitato di Riale e la pianura.

In superficie l'area indagata è formata da una copertura di depositi alluvionali appartenenti al ***Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)***, ***Sintema di Bazzano AES6***.

Questi terreni appoggiano su di un substrato argilloso riferito alla ***Formazione delle Argille Azzurre*** come descritto nelle suddivisioni ed interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo edita in rete al sito [www. http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) - sito del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, di cui lo stralcio relativo alla zona in esame è riportato tra gli allegati.

Secondo le descrizioni contenute nella legenda della cartografia del Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna il ***Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)*** è costituito da ghiaie, sabbie, limi ed argille di piana intravalliva, di conoide e di piana alluvionale ed è parzialmente suddiviso in ***Subsintemi*** limitati, in affioramento, da scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e nel sottosuolo della pianura da bruschi contatti fra depositi fini alluvionali e palustri su depositi grossolani di conoide e di piana alluvionale. Spessore massimo, in pianura, di 300 m (età: Pleistocene medio-Olocene).

In particolare nella zona di studio affiorano le coperture del Sub-Sintema di Bazzano (AES6): **AES6 - SUBSINTEMA DI BAZZANO**

Nei settori intravallivi ghiaie passanti a sabbie e limi organizzati in alcuni ordini di terrazzi alluvionali. Limite superiore dato da un suolo non calcareo di colore bruno scuro potente fino a 5 metri, al di sotto del quale sono generalmente presenti altri suoli non calcarei sovrapposti. Negli sbocchi vallivi: ghiaie passanti a sabbie e limi, caratterizzati al tetto da un suolo non calcareo di colore bruno giallastro o bruno scuro sovrastante un suolo sviluppato su ghiaie di colore bruno scuro o bruno scuro rossastro o bruno rossastro. Spessore complessivo dell'alterazione fino a 7 metri circa. Limite inferiore erosivo e discordante sui sottostanti depositi marini.

Spessore massimo, in pianura, di 70 metri circa.

Pleistocene medio (attribuzione archeologica e per posizione stratigrafica).

I terreni sottostanti i depositi alluvionali sono riferiti alla Formazione delle Argille Azzurre
FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE (FAA)

La Formazione delle Argille Azzurre (FAA) è costituita da Argille, Argille Marnose, Marne Argillose e Siltose grigie e grigio azzurre, talora grigio plumbeo, in strati medi e subordinatamente sottili, a giunti poco o non visibili per bioturbazione, con subordinati strati arenacei sottili risedimentati. Localmente sono presenti sottili livelli discontinui di biocalcareni fini e siltiti giallo o ocra se alterate, sottilmente laminate. Alla base, possono essere localmente presenti marne biancastre ricchissime in Foraminiferi planctonici per uno spessore massimo di 10 m. Sono sempre presenti i microfossili, mentre i macrofossili si concentrano in panchine o nidi. Nella parte alta possono essere presenti slumps, o localmente olistoliti (o1) plurimetrici di provenienza ligure. Ambiente variabile da scarpata a piattaforma. Limite inferiore netto discordante su unità più antiche, in alcune zone rapporti di eteropia con Formazione di Monte Adone (ADO) e Formazione di Monterumici. Potenza fino a 250 m circa. (età: Pliocene inferiore-Pleistocene inferiore).

Le Argille Azzurre sono terreni che dal punto di vista geotecnico, sotto i primi spessori pedogenizzati, alterati e detensionati, mostrano una consistenza elevata, e sono solitamente segnati da valori dei parametri geotecnici in rapido e progressivo aumento con la profondità.

Su questi versanti le coperture detritiche superficiali, depositi di versante formati da materiali eterometrici immersi in una matrice argillosa e depositi di frane attive e o quiescenti, risultano essere presenti solo lungo gli impluvi.

I rilievi geomorfologici hanno evidenziato come in tutta la zona esaminata, sia lungo il crinale che negli adiacenti versanti, siano assenti processi di erosione diffusa e concentrata, così come sono assenti forme che evidenzino la presenza di frane in evoluzione, frane recenti e/o frane quiescenti.

L'assenza di tali morfologie è rimarcata anche nelle carte geologiche allegate, dove nella zona in esame non è riportata alcuna simbologia relativa a dissesti in potenza o in atto, tutta la zona è quindi caratterizzata da ottime condizioni di stabilità generale.

Le misure del livello dell'acqua nei fori di indagine, effettuate con un freatimetro elettrico, hanno permesso di verificare l'assenza di una falda acquifera superficiale. Tale dato è da mettere in relazione sia alla posizione dell'area che alla natura limoso-argillosa, poco permeabile, dei terreni che ne costituiscono il sottosuolo.

2.1 OSSERVAZIONI IDROGEOLOGICHE ED IDROLOGICHE DELL'AREA

Il versante in oggetto è caratterizzato da una successione stratigrafica data dalla presenza dei terreni alluvionali limoso-argillosi di copertura, appartenenti al Subsintema di Bazzano AES6, al di sopra di terreni argillosi della Formazione delle Argille Azzurre.

I terreni alluvionali di copertura sono principalmente argillosi limosi, a volte limoso-sabbiosi, con la presenza di spessori ed intercalazioni ghiaiose con un comportamento complessivo poco permeabile, mentre le litologie argillose fini della Formazione delle Argille Azzurre hanno un comportamento a bassissima permeabilità e fungono da limite impermeabile.

Questa successione stratigrafica non permette la formazione di una vera e propria falda acquifera, che risulta essere assente nell'area di studio, con beneficio generale a favore della stabilità del versante.

Come descritto in seguito, nel foro di indagine non si è rilevata presenza di acqua per le quote indagate.

Tra gli allegati è presente la Carta Idrogeologica del comune di Zola Predosa dove per l'area in esame viene confermata l'assenza della falda acquifera .

Si sottolinea che in generale lungo il versante sono assenti punti, allineamenti o fasce segnate dalla presenza di vegetazione igrofila (come salici, canne, equiseti ecc...), la cui crescita indica sempre la presenza di una falda acquifera molto superficiale, di punti sorgivi e di ristagni idrici.

La regimazione delle acque di superficie nel bacino idrologico è ben marcata da una rete di fossi principali che defluiscono le acque del piccolo bacino in direzione del collettore situato ad ovest, a valle di Villa Lorenza, sulla via Gesso.

2.2 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE

L'assetto geologico strutturale del territorio di Zola Predosa è quello di zona di transizione da “catena” a “margine” appenninico, la zona in cui la pianura termina contro i primi declivi appenninici non rappresenta l'inizio della “catena”: infatti all'Appennino morfologico, visibile, segue in pianura un “Appennino in embrione” sepolto sotto i depositi alluvionali padani.

Tra gli allegati è rappresentato il contesto tettonico locale che identifica i rapporti tra catena appenninica e pianura nel territorio del Comune di Zola Predosa.

Il sistema di sovrascorrimenti della pianura padana ha dunque indotto evidenti deformazioni e traslazioni nelle coperture sedimentarie tra il margine pedecollinare del bolognese fino al più esterno fronte ferrarese. Nella rappresentazione del contesto tettonico locale si può notare la presenza di una linea tettonica nella pianura, subparallela al margine morfologico della collina.

Questa linea è una faglia inversa (sovrascorrimento), che disloca la catena e solleva il margine attuale. Questa faglia è stata suturata (colmata di sedimenti alluvionali) ad oriente di Bologna solamente nel Quaternario (probabilmente medio), mentre ad occidente pare questo processo fosse già avvenuto nel Pliocene medio superiore.

Nel Quaternario medio inferiore (Villafranchiano p.p.) i primi depositi paralic di margine, in questo quadrante di catena, suturano definitivamente ogni struttura disgiuntiva: molto importante per comprendere la “storia” sismica dell'area.

Gli spessori delle facies quaternarie continentali, depositi del “Supersistema Emiliano-Romagnolo”, possono superare i 3000 metri di profondità, al passaggio verso la pianura.

Il Supersistema Emiliano-Romagnolo raggruppa, tutti i depositi alluvionali affioranti (e sepolti) ed è caratterizzato alla sua base da una superficie di discontinuità che lo separa da tutti i depositi marini sottostanti.

All'interno del Supersistema è stata riconosciuta una superficie di discontinuità (età: 350.000/450.000 anni – Pleistocene medio) che separa tra loro due unità definite “sintemi”: quello inferiore è denominato Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) affiora solamente allo sbocco in pianura di alcune aste vallive (non nell'area di studio) ed è caratterizzata da depositi di piana alluvionale o di conoide alluvionale. Quello superiore è denominato Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) e affiora in tutti i settori sia intravallivi che in pianura ed è costituito da sedimenti di piana intravalliva, di conoide e di piana alluvionale.

Lo spessore dei terreni di copertura del Sintema Emiliano-Romagnolo (AES) è un dato di fondamentale importanza per la valutazione dei parametri di amplificazione locali .

La profondità complessiva di AES risulta in progressivo aumento dalla zona di margine affiorante verso la pianura a NO, fino a raggiungere poco meno di 100 metri.

Non vi è dunque discontinuità strutturale tra pianura e appennino. Nella pianura però le unità geologiche marine, fortemente sovraconsolidate, sono sepolte sotto i depositi continentali alluvionali, tra cui i più recenti sono quelli superficiali, di maggiore interesse.

La distribuzione delle litologie di superficie e del primo sottosuolo, così come l'assetto morfologico della pianura, sono quindi strettamente condizionati dai processi geo-strutturali profondi e di sedimentazione ed alla loro disposizione nel tempo.

Nell'alta e media pianura, da Bologna fino al modenese, la divagazione degli alvei dei principali corsi d'acqua Reno e Panaro verso oriente ed in parte verso nord è dovuta all'evoluzione geostrutturale profonda del margine appenninico sepolto e alla presenza dei rilievi costituiti dai depositi granulari (conoidi ed argini naturali) del fiume Po. Nell'area vasta studiata, la disposizione più recente dell'alveo del torrente Lavino risente soprattutto delle accrezioni delle conoidi del Fiume Reno; le altre aste fluviali secondarie presenti nel territorio comunale di Zola Predosa (Ghironda, Podice, ecc.) hanno invece decorsi fortemente condizionati dalle attività di regimazione e di bonifica.

Il settore catena appenninica è invece caratterizzato da un generale assetto strutturale a falde sovrapposte che si sono dislocate a partire dal Miocene inferiore fino al Plio-Pleistocene.

Il territorio collinare dell'area in esame è caratterizzato, come descritto precedentemente, dalla presenza di peliti e arenarie poco cementate del Pliocene inferiore-Pleistocene (unità affioranti IMO, FAA, ADO) che insieme si immergono sotto i sedimenti alluvionali dell'antistante pianura ("monoclinale pedeappenninica" nordvergente), questo raccordo con la pianura in realtà "copre" le strutture geologiche sepolte.

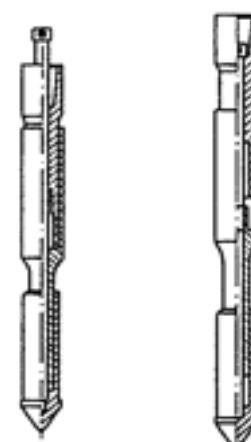
Il sollevamento connesso alla tettonica attiva di "Thrust" pede-appenninico ha determinato anche il basculamento/sollevamento delle coperture alluvionali più antiche (tardo Pleistocene) che ricoprono le Unità marine appenniniche. Le formazioni a tessitura prevalentemente argillosa (FAA) sono facilmente degradabili e possono evolvere in calanchi, ed altre forme di erosione superficiale come visibile a sud dell'area di studio.

3. DESCRIZIONE DELL' INDAGINE ESEGUITA

Come già accennato in premessa, nell'area indagata si è eseguita 1 prova penetrometrica statica (Cone Penetration Test, CPT), spinta sino alla massima profondità indagabile, per soddisfare le esigenze progettuali di caratterizzazione geotecnica preliminare.

La prova è stata realizzata al centro dell'area dove sono previsti i nuovi fabbricati, come visibile tra gli allegati.

In base a queste indagini è stato possibile verificare con adeguata precisione le condizioni fisiche e l'andamento stratigrafico dei terreni.

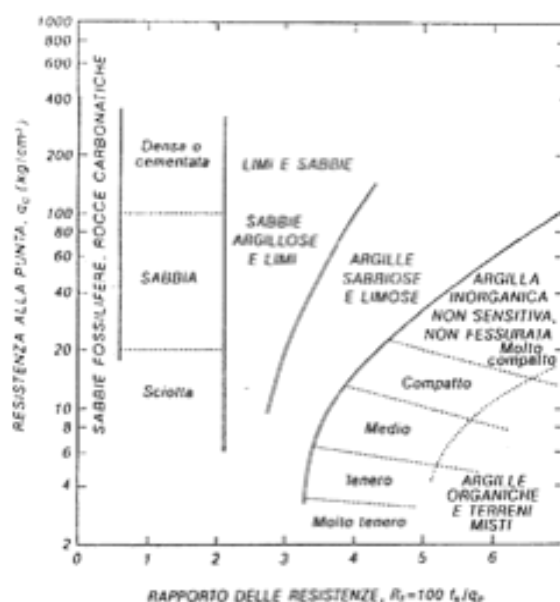


Punta tipo Begemann

La prova CPT viene eseguita utilizzando un penetrometro statico olandese da 20 tonnellate, munito di una punta di tipo Begemann con manicotto per la misura dell'attrito laterale (Friction Jacket Cone).

Il sistema di misura, costituito da una testa dotata di cella a pressione, si fonda sulla spinta alternata nel terreno delle aste interne, a cui è collegata la punta, e dei rivestimenti esterni il cui diametro è di 96 mm, effettuando ogni 20 cm di penetrazione la misura della resistenza di punta e la misura dell'attrito locale laterale.

I risultati delle prove penetrometriche, allegati alla relazione, sono restituiti tramite tabelle, che riportano i valori dei parametri del terreno estrapolabili alle varie profondità, e tramite diagrammi, in questi ultimi sono riportati gli andamenti con la profondità dei parametri più significativi: i valori di resistenza alla punta q_c , di resistenza laterale f_s e il rapporto F_r ($f_s/q_c \times 100$, indicato come *friction ratio*), questo ultimo viene utilizzato nella interpretazione litologica dei terreni attraversati dalla prova.



I metodi che permettono di ricavare la resistenza al taglio del terreno basandosi sui parametri misurati nella prova penetrometrica statica fanno riferimento a correlazioni di tipo sperimentale e/o a equazioni teoriche differenti per terreni coerenti e incoerenti.

Nella valutazione dei parametri di deformabilità del terreno occorre tenere presente che i valori misurati nella prova penetrometrica fanno riferimento ai valori di resistenza alla penetrazione statica q_c riferiti alle caratteristiche del terreno in risposta a grandi deformazioni, con la mobilitazione di parametri non drenati.

TERRENI COESIVI

Per i terreni coesivi (con $F_r \cong 3-4$) la resistenza al taglio in termini di tensioni totali si può valutare secondo la seguente espressione:

$$C_u = a (q_c - \sigma_{vo}) + c$$

dove:

q_c = resistenza statica alla penetrazione

a, c = coefficienti di correlazione sperimentale adimensionali

σ_{vo} = pressione litostatica efficace alla quota presa in considerazione

La formula qui adottata nella stima della C_u è quella di Lunne, Robertson e Powel:

$$c_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (q_c - \sigma'_{vo})/19$$

Il Peso di volume con l'espressione di Meyerof:

$$\gamma = 1.6 + 0.168 \log (c_u) + 0.373$$

Il Modulo edometrico è stato stimato con la formula:

$$E_{ed} \text{ (kg/cm}^2\text{)} = R_p (- 2.3 R_p + 6.61)$$

TERRENI INCOERENTI

Nei terreni incoerenti la stima dell'angolo di attrito interno si fa riferimento al metodo di Caquot, ponendo un valore di coesione $C'=0$, l'angolo di attrito interno è ricavabile utilizzando l'equazione:

$$\phi = 9,8 + 4,96 \ln(R_p / \sigma'_{vo})$$

dove ϕ è l'angolo di attrito interno del materiale, σ'_{vo} è la pressione litostatica efficace a metà dello strato individuato espressa in kg/cm^2 e R_p la resistenza alla punta media misurata attraversando lo strato.

La densità relativa è stata stimata utilizzando la correlazione di Schmertmann, secondo la seguente espressione:

$$Dr (\%) = -97.8 + 36.6 \ln(R_p) - 26.9 \ln(\sigma'_{vo})$$

Il Modulo edometrico è stato stimato con la formula di Robertson e Campanella:

$$E_d (\text{kg}/\text{cm}^2) = 0.03 R_p + 11.7 \sigma'_{vo} + 0.79 Dr (\%)$$

Il Modulo di Young con la formula di Schmertmann:

$$E (\text{kg} / \text{cmq}) = 2.5 R_p$$

Tra gli allegati è presente una tabella che contiene l'interpretazione stratigrafico-litologica e il relativo modello geologico elaborato con le formule sopraindicate.

3.1 INTERPRETAZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA STATICA

Sulla base dei risultati, dell'elaborazione dei dati e della classificazione dei terreni ottenute con le metodologie sopra descritte, si è potuta ricostruire con sufficiente dettaglio la stratigrafia del terreno indagato.

CPT1

La prova CPT1 è stata eseguita nell'area dove è prevista la realizzazione dell'intervento edilizio di integrazione previsto. La prova ha raggiunto la profondità max di 10.20 m, oltre la quale non si è proseguito per rifiuto strumentale. In questo punto si è rilevata una successione di terreni argillosi, a cui seguono terreni argillosi molto compatti e terreni argilloso-sabbiosi, fino a sabbiosi\ghiaiosi, addensati e molto addensati, che mostrano una elevata resistenza alla penetrazione statica.

La consistenza dei diversi strati individuati si mostra elevata a partire da 1.00 m di profondità, come dimostrano i valori di resistenza alla punta misurati dallo strumento e quelli derivati della coesione non drenata C_u e dal valore dell'angolo di attrito Φ .

La prova eseguita ha permesso di suddividere la stratigrafia geotecnica in 4 strati :

strato	Profondità in m	Comportamento geotecnico	coesione non drenata C_u in Kg/cm ²	angolo di attrito Φ .
1	0.00-1.00	Coesivo-Incoerente	0.6	33.9°
2	1.00-7.60	Coesivo-Incoerente	2.0	28.6°
3	7.60-10.00	Coesivo-Incoerente	3.3	27.4°
4	10.00->10.20	Incoerente	-	36.1°

Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni hanno determinato l'arresto della prova per raggiunte esigenze progettuali a 10.20 m di profondità, passando a materiali sabbiosi-ghiaiosi addensati e cementati.

Nel foro di indagine è stato installato un piezometro per permettere la misurazione del livello freatico della falda con freatimetro elettrico, per le quote indagate non si è rilevata la presenza di acqua e pertanto nell'area di indagine la falda è molto depressa o assente.

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

L'area in esame, situata al margine appenninico-padano, si trova secondo la mappa di pericolosità sismica del territorio italiano e basata in termini di accelerazione orizzontale di picco (PGA) in zona con valori compresi tra 0.150 – 0.175 g. Viene riportato il valore di PGA che ha una probabilità del 90% di non venire superata (ovvero ha una probabilità del 10% di essere superata) in un intervallo di tempo di 50 anni. La stessa PGA ha un periodo medio di ritorno di 475 anni sulla base dell'assunzione di distribuzione poissoniana della sismicità.

Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, la mappa MPS04 è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell'Ordinanza del 2006 (*Stucchi et al. 2004*).

La pericolosità sismica di un'area è la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, essa sia interessata da forti terremoti che possano produrre danni; lo studio della pericolosità sismica permette di progettare in maniera antisismica le nuove costruzioni e di pianificare l'utilizzo del territorio.

Per ridurre gli effetti del terremoto, esiste una classificazione del territorio, basata sull'intensità e sulla frequenza dei terremoti del passato, e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche (*Sito del Dipartimento della Protezione Civile*). Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche. Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un periodo di tempo di 50 anni da un evento che superi una determinata soglia di scuotimento. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003. Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di pericolosità ha introdotto degli intervalli di accelerazione massima su suolo rigido (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche. Secondo questa Ordinanza i comuni italiani sono stati classificati in 4 categorie principali:

1. Zona 1: sismicità alta, $ag > 0.25$. E' la zona più pericolosa, possono verificarsi fortissimi terremoti.
2. Zona 2: sismicità media, $0.15 < ag < 0.25$. In questa zona possono verificarsi forti terremoti.
3. Zona 3: sismicità bassa, $0.05 < ag < 0.15$. In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari.
4. Zona 4: sismicità molto bassa, $ag < 0.05$. E' la zona meno pericolosa, i terremoti sono rari.

Tali valori non sono di riferimento per la progettazione e rimangono validi solo per la gestione e il controllo del territorio da parte degli enti locali.

Per la progettazione, le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni utilizzano la carta di pericolosità sismica che attribuisce un valore di accelerazione di riferimento per ogni punto del territorio nazionale indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

Dalla mappa di pericolosità sismica l'Emilia Romagna è caratterizzata in generale da una pericolosità medio-bassa.

La zona in esame rientra nella classificazione in Zona 3 ed è caratterizzata da valori di accelerazione al suolo compresi tra **0.150 – 0.175 g**.

L'area studiata ricade in una delle zone in cui è stato scomposto longitudinalmente l'arco appenninico settentrionale e centrale da Parma fino all'Abruzzo. In questa zona si verificano terremoti prevalentemente compressivi fino al suo margine, ma anche per meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo della struttura appenninica e ad essa viene attribuita una magnitudo massima $M = 5,91$. Tutta la fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo (fonte: INGV).

Gli studi nazionali e quelli regionali attribuiscono al territorio studiato una pericolosità sismica “media”, con terremoti locali moderatamente forti ed epicentri storici che hanno interessato località limitrofe al territorio di Zola Predosa. Gli eventi storici più significativi appaiono i vicini terremoti nel bolognese del 1929 (Crespellano) e del 1505 (Casalecchio di Reno), con intensità massima stimata fino al settimo grado MCS.

4.1 VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S (Vs)

Tra gli allegati sono presenti i risultati della registrazione effettuata nell'area con il metodo Re.Mi. presente nella banca dati del sito del Servizio Geologico e Sismico della Regione Emilia-Romagna dalla quale, , secondo l'espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \text{ [m/s]}.$$

Il valore stimato è dalla prova Re.MI effettuata a poca distanza dal sito in esame:

$$Vs_{30}=324 \text{ m/s}$$

Tra gli allegati si riporta anche la carta delle velocità delle onde s redatta per gli studi di microzonazione sismica relativi al piano strutturale comunale dei comuni dell'area bazzanese.

Per la zona in esame la carta riporta un valore delle onde di taglio $V_{s40} = 350 \text{ m/s}$ con profondità del bedrock $H = 40 \text{ m}$.

4.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Nell'ambito delle categorie stabilite dalle nuove norme, **NTC 2018**, il sottosuolo del sito in esame è ascrivibile in entrambi i casi alla **categoria C**.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

4.3 CATEGORIA TOPOGRAFICA

L'area in esame è ubicata lungo un versante caratterizzato da pendenza media di $9^\circ/10^\circ$, quindi con morfologia sub-piana minore di 15° , come visibile nelle sezioni allegate, pertanto T1 è la Categoria Topografica alla quale fare riferimento, come indicato nella tabella seguente.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Il valore del fattore di amplificazione topografica S_T è uguale ad 1.0, corrispondente alla Categoria Topografica T1, come indicato nella visualizzazione grafica sottostante.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

4.4 PROFONDITÀ DEL BEDROCK

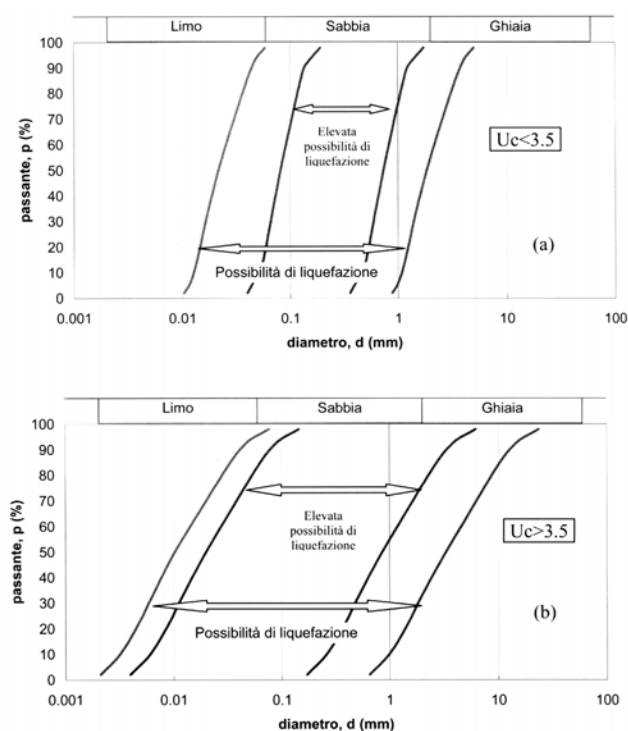
Non avendo potuto procedere in questo studio alla realizzazione di sondaggi profondi, si sono analizzati i dati disponibili in letteratura dai quali si evince che lo spessore totale dei depositi di copertura H, ovvero la profondità del bedrock, è pari a 40 m .

Questo dato è anche riportato nella carta di microzonazione sismica del comune di Zola Predosa ,presente in stralcio tra gli allegati.

4.5 LIQUEFAZIONE

Nel linguaggio tecnico corrente con tale termine s'intende riferirsi alla perdita totale di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche o dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di una massa viscosa. Ciò avviene solitamente nei depositi di sabbie fini sciolte quando, sotto l'azione dei carichi applicati o di forze idrodinamiche, la pressione dell'acqua dei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento, cioè fino a quando gli sforzi efficaci si riducono a zero. La liquefazione di un deposito può avvenire sia in condizioni statiche sia sotto sollecitazioni dinamiche cicliche o monotoniche. possono essere identificati tre principali meccanismi di liquefazione: 1) liquefazione per filtrazione; 2) liquefazione per effetto di carichi monotonicamente crescenti 3) liquefazione per effetto di carichi ciclici.

Sulla base di un'analisi preliminare della sismicità del sito e delle caratteristiche geotecniche del deposito, si può ritenere che la probabilità che si verifichi la liquefazione sia bassa o nulla nel caso si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:



- Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5
- Accelerazioni massime di progetto al piano campagna inferiori a 0.1 g
- Accelerazioni massime di progetto al piano campagna inferiori a 0.15 g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle seguenti categorie, dove N_{60} è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SP;
 - frazione fine (passante al setaccio 200, FC) maggiore del 20% e Indice plastico maggiore di 10.
 - $FC > 35\%$ e resistenza $N_{60} > 20$
 - $FC < 5\%$ e resistenza $N_{60} > 25$; T
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in figura (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in figura (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna.

i. Parametro di comportamento del terreno I_c ; tale parametro è funzione della resistenza alla punta q_c e della resistenza laterale del manicotto f_s misurate nelle prove CPT. In particolare:

$$I_c = [(3.47 - \log Q)^2 + (1.22 + \log F)^2]^{0.5}$$

Con Q e F funzioni di q_c e f_s .

Secondo Robertson e Wride (1998) se il valore di I_c è maggiore di 2.6 il terreno è classificabile come un materiale di tipo argilloso, con scarse probabilità di liquefare: in tal caso non è necessario effettuare la verifica alla liquefazione.

Nel caso in esame il terreno di fondazione è costituito da terreni di copertura prevalentemente limoso-argillosi, a volte debolmente sabbiosi, sovrastanti argille molto compatte in assenza di falda acquifera SENZA POSSIBILITÀ DI LIQUEFAZIONE.

5. RISPOSTA SISMICA LOCALE: ANALISI DI SECONDO LIVELLO

La Regione Emilia-Romagna con la delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 2 maggio 2007, Regione Emilia-Romagna, (2007), ha introdotto gli ***Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica***.

Gli indirizzi, analogamente a numerose altre regolamentazioni in vigore, definiscono tre livelli di analisi, con dettaglio e approfondimento crescenti.

In particolare il secondo livello è rivolto alla pianificazione urbanistica comunale e fornisce una suddivisione del territorio in base alla risposta sismica locale stimata tramite abachi forniti dalla Regione Emilia-Romagna, per l'utilizzo dei quali è richiesta una conoscenza geologica di dettaglio del territorio di studio.

Ai fini della valutazione delle amplificazioni sismiche, sono necessarie informazioni sulla profondità del substrato, o spessore del terreno di copertura, sul modello stratigrafico e sulla velocità di propagazione delle onde di taglio s nell'intervallo di copertura come definite precedentemente in questo studio.

La **risposta sismica locale** è stata analizzata al **II livello** di approfondimento, utilizzando le tabelle definite nel documento “ **Abachi per la valutazione dei fattori di amplificazione per le indagini di microzonazione sismica di secondo livello in Emilia-Romagna** “ redatto nel Settembre 2015 dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali - UOS Milano, a firma di A. Tenta, A. Marcellini (Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali - UOS Milano), L. Martelli (P.O. *Sviluppo e analisi dei dati geologici per la valutazione dei rischi naturali e delle risorse energetiche*. Regione Emilia-Romagna, Servizio geologico, sismico e dei suoli. Bologna).

Le tabelle contenute negli ***Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*** predisposte per le analisi di secondo livello, sono relative ai differenti ambienti geo-litologici omogenei individuati nel territorio regionale e contengono i fattori di amplificazione sismica in funzione dei seguenti parametri che caratterizzano la situazione lito-stratigrafica locale.

Nel territorio dell'Emilia-Romagna sono stati individuati due ambienti geo-litologici omogenei principali relativi a: 1) zona collinare e montana (Appennino) e 2) Pianura e Zona Costiera che comprende anche il settore di Transizione Appennino-Pianura (Margine).

Tra gli allegati si riporta schematicamente questa suddivisione.

La zona di studio ricade nell'ambiente definito di Margine, ossia il settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la Pianura, caratterizzato da terreni prevalentemente fini sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose). Il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine pleistoceniche o da argille plio-pleistoceniche (substrato non rigido).

Questo ambiente è suddiviso in:

MARGINE settore A caratterizzato dallo spessore dei terreni sovrastanti gli orizzonti grossolani inferiore a 30 m da p.c. Gli strati grossolani sovrastano direttamente il substrato geologico. In questo caso si utilizza V_{SH} , compresa fra 150 e 300 m/s, dove H è la profondità, in metri dal p.c., del primo contrasto di impedenza significativo, spesso coincidente con il tetto delle ghiaie pleistoceniche.

MARGINE settore B caratterizzato dallo spessore dei terreni fini sovrastanti gli strati di ghiaia generalmente superiore a 30 m. Gli strati grossolani sovrastano altri strati di terreni fini presenti fino al substrato. In questo caso si utilizza V_{SH} compresa fra 170 e 400 m/s.

Nel caso in esame si è utilizzata la tabella relativa al Margine B dove si evincono i dati di PGA, SI1, SI2, SI3 richiesti:

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400
F.A. PGA	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5
F.A. SI1	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.6
F.A. SI2	2.9	2.8	2.5	2.3	2.1	2.0
F.A. SI3	3.3	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0

L'accelerazione massima orizzontale di picco definita per il comune di Zola Predosa è pari a 0,163g.

Il fattore di amplificazione della PGA (Peak Ground Acceleration) è espresso in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale PGA/PGA_0 , dove PGA_0 è l'accelerazione di picco riferita al *bedrock* sismico o al suolo di tipo A. Nel caso in esame il valore da prendere in considerazione è: **F.A. PGA=1.6**

Il fattore di amplificazione dell'intensità spettrale è espresso in termini di rapporto di Intensità di Housner SI/SI_0 , dove SI_0 è l'intensità spettrale al suolo di riferimento (*bedrock* sismico o suolo di tipo A).

L'Intensità di Housner (1959), viene definita secondo l'espressione:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV_{(\zeta=5\%)} dT \quad \text{dove } PSV \text{ è lo spettro di risposta in velocità (smorzamento } \zeta = 5\%).$$

Come definito nella tabella sopra riportata, il fattore di amplificazione viene definito su tre intervalli di periodi con T_0 compreso tra:

1. $0.1 \text{ s} < T_0 < 0.5 \text{ s}$
2. $0.5 \text{ s} < T_0 < 1.0 \text{ s}$
3. $0.5 \text{ s} < T_0 < 1.5 \text{ s}$

nel caso in esame:

F.A.SI1	$0.1 \text{ s} < T_0 < 0.5 \text{ s}$	F.A. dell'intensità spettrale=1.7
F.A.SI2	$0.5 \text{ s} < T_0 < 1.0 \text{ s}$	F.A. dell'intensità spettrale=2.1
F.A.SI3	$0.5 \text{ s} < T_0 < 1.5 \text{ s}$	F.A. dell'intensità spettrale=2.2

Infine, trattandosi di un'area sub-pianeggiante, gli effetti topografici ai fini della risposta sismica locale sono da considerare trascurabili.

I valori trovati sono corrispondenti ai valori indicati nelle cartografie di microzonazione sismica del comune di Zola Predosa presenti in stralcio tra gli allegati.

6. CONCLUSIONI

In questo studio si sono esaminate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dell'area in esame.

I rilievi di campagna, l'esame dei dati esistenti e l'elaborazione della prova svolta in questa prima campagna di indagini in situ hanno permesso di schematizzare la stratigrafia del primo sottosuolo e definire un modello geologico di riferimento.

L'area in esame è ubicata tra le valli del Torrente Lavino, ad Ovest, e la valle del Fiume Reno ad Est e si trova al margine di contatto collinare-appenninico con la pianura padana, che si estende verso nord.

L'area dove è previsto l'intervento edificatorio si trova dunque al margine pedecollinare a sud est dell'abitato di Zola Predosa, in località Riale, alla quota di 95 m s.l.m. circa, al piede di un versante caratterizzato da debole inclinazione, pressoché sub-pianeggiante, ed ubicato al fianco ovest di un crinale secondario che separa due vallecole incise da piccoli rii, privi di idronimo, che defluiscono le acque in direzione nord verso l'abitato di Riale e la pianura.

In superficie l'area indagata è formata da una copertura di depositi alluvionali appartenenti al ***Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)***, ***Sintema di Bazzano AES6*** che si sono depositati sopra al substrato argilloso riferito alla ***Formazione delle Argille Azzurre***.

I terreni alluvionali di copertura sono principalmente argillosi limosi, a volte limoso-sabbiosi, con la presenza di spessori ed intercalazioni ghiaiose con un comportamento complessivo poco permeabile, mentre le litologie argillose fini della Formazione delle Argille Azzurre hanno un comportamento a bassissima permeabilità e fungono da limite impermeabile.

Questa successione stratigrafica non permette la formazione di una vera e propria falda acquifera, che risulta essere assente nell'area di studio, con beneficio generale a favore della stabilità del versante.

Sulla base dei risultati, dell'elaborazione dei dati e della classificazione dei terreni si è potuta ricostruire con sufficiente dettaglio la stratigrafia superficiale dell'area oggetto dell'indagine. I rilievi di campagna, l'esame dei dati esistenti sull'area e il risultato della prova

penetrometrica CPT eseguita, hanno permesso di schematizzare la stratigrafia e costruire un modello geologico di riferimento come descritto in relazione.

Sotto l'aspetto della stabilità generale il versante in esame non presenta alcuna criticità, le caratteristiche geotecniche dei terreni sono discrete e la pendenza è pressoché trascurabile.

Pertanto nella zona non si segnalano instabilità gravitative e potenziali criticità future del versante.

Per la modellazione sismica dell'area i terreni sono stati analizzati sulla base di una prova Re.Mi disponibile sul data base del Servizio Cartografico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna. I risultati di questa indagine, riportati in relazione ed in allegato, hanno permesso di stabilire come i terreni in esame siano ascrivibili alla **categoria di sottosuolo C**, poiché la velocità delle onde V_{s30} è risultata :

$$V_{s30}=324 \text{ m/s}$$

Nel caso in esame i terreni superficiali su cui si appoggeranno le strutture fondali non sono potenzialmente liquefacibili come dimostrato secondo la verifica alla liquefazione condotta sull'intero spessore indagato, con il metodo Robertson e Wride (1997).

Lo studio di risposta sismica locale con analisi di secondo livello ha prodotto i seguenti risultati:

Il fattore di amplificazione della PGA (Peak Ground Acceleration) : **F.A. PGA=1.6**

Il fattore di amplificazione dell'intensità spettrale, definito su tre intervalli di periodi:

1. $0.1 \text{ s} < T_0 < 0.5 \text{ s}$:	F.A.SI1	$0.1 \text{ s} < T_0 < 0.5 \text{ s}$	F.A. dell'intensità spettrale=1.7
2. $0.5 \text{ s} < T_0 < 1.0 \text{ s}$:	F.A.SI2	$0.5 \text{ s} < T_0 < 1.0 \text{ s}$	F.A. dell'intensità spettrale=2.1
3. $0.5 \text{ s} < T_0 < 1.5 \text{ s}$:	F.A.SI3	$0.5 \text{ s} < T_0 < 1.5 \text{ s}$	F.A. dell'intensità spettrale=2.2

I valori trovati sono corrispondenti ai valori indicati nelle cartografie di microzonazione sismica del comune di Zola Predosa presenti in stralcio tra gli allegati.

In base ai risultati delle indagini sopra descritte e all'elaborazione dei dati, è stato possibile verificare come non esistano vincoli di carattere geologico, geotecnico, geomorfologico, idrogeologico e sismico per la realizzazione degli interventi edilizi previsti, ritenendo questi interventi compatibili con le condizioni geologiche generali dell'area.

Il corretto dimensionamento delle fondazioni, l'azione sismica e la definizione delle resistenze dei terreni rispetto alle azioni di progetto dovranno essere oggetto di una specifica relazione geotecnica .

Bologna, 19 Marzo 2019

Carlo Alfonso Lipparini



A handwritten signature in blue ink, reading "Carlo Alfonso Lipparini".

ALLEGATI

FOTO AERA DI INQUADRAMENTO DELL'AREA

UBICAZIONE DELL'AREA IN STRALCIO CTR

ESTRATTO MAPPA CATASTALE

STRALCI CARTE GEOLOGICHE DELL'AREA

STRALCIO CARTA INVENTARIO DELLE FRANE - RER - TAV.1 ZOLA PREDOSA

STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA

CONTESTO TETTONICO LOCALE

UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA

GRAFICO PROVA STATICA CPT

REPORT PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVA CPT

TAVOLA DEGLI AMBIENTI GEOMORFOLOGICI E LITOSTRATIGRAFICI IN EMILIA-ROMAGNA

MAPPA DI PERICOLOSITA' SISMICA NAZIONALE

MAPPA DI PERICOLOSITA' SISMICA DEL BOLOGNESE

MAPPA DELLE ZONE SISMICHE IN EMILIA-ROMAGNA

REPORT PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE CON METODO RE.MI.

STRALCIO CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA

STRALCIO CARTA DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S

FOTOGRAFIE


RILIEVO PLANIMETRICO DELL'AREA

SEZIONE DEL VERSANTE

PIANO URBANISTICO - PLANIMETRIA GENERALE

Area in esame via Berlinguer 10/1,Riale-ZolaPredosa(BO)

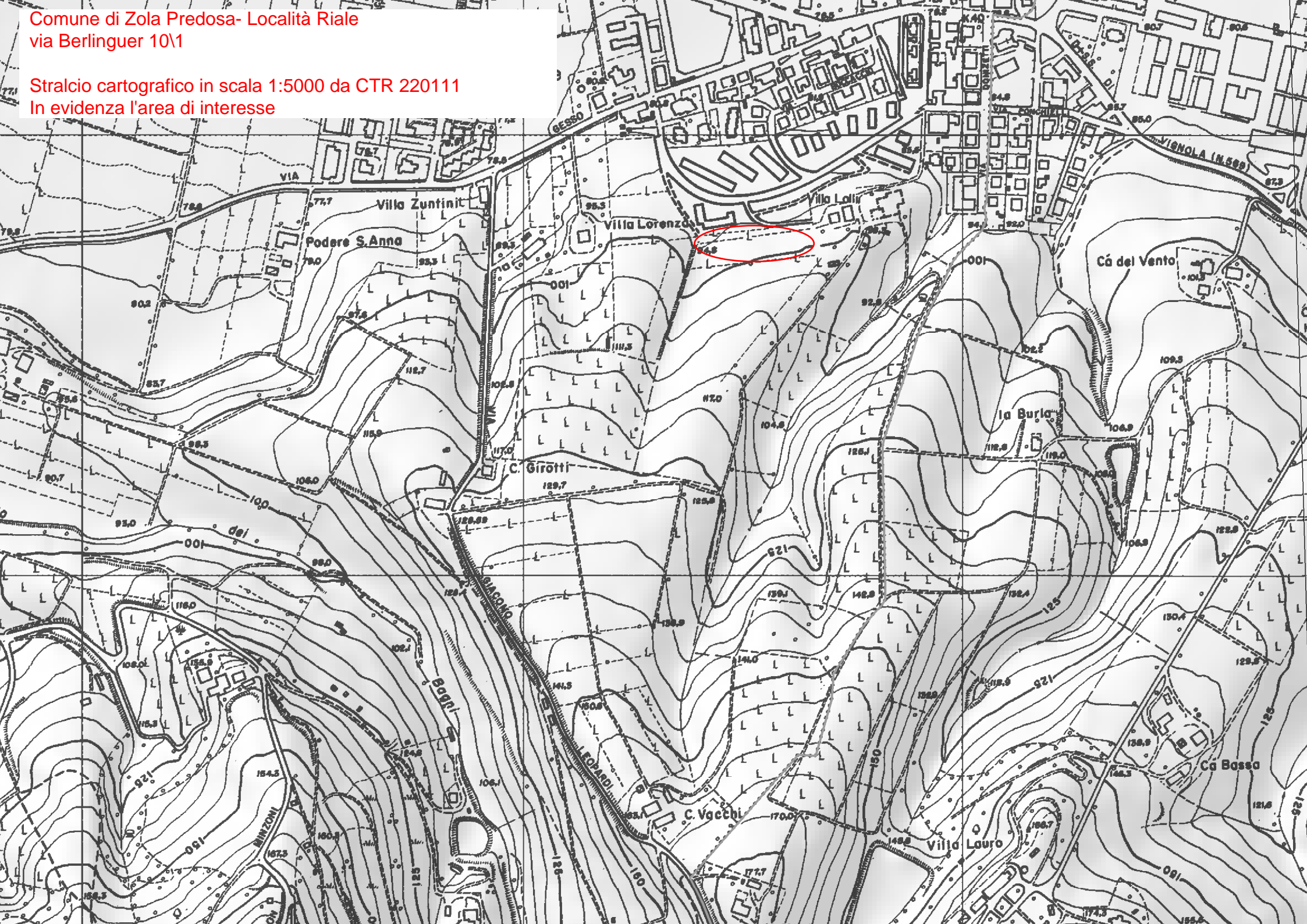
Legenda

 Via Enrico Berlinguer



Comune di Zola Predosa- Località Riale
via Berlinguer 10\1

Stralcio cartografico in scala 1:5000 da CTR 220111
In evidenza l'area di interesse



Legenda

Province



Comuni

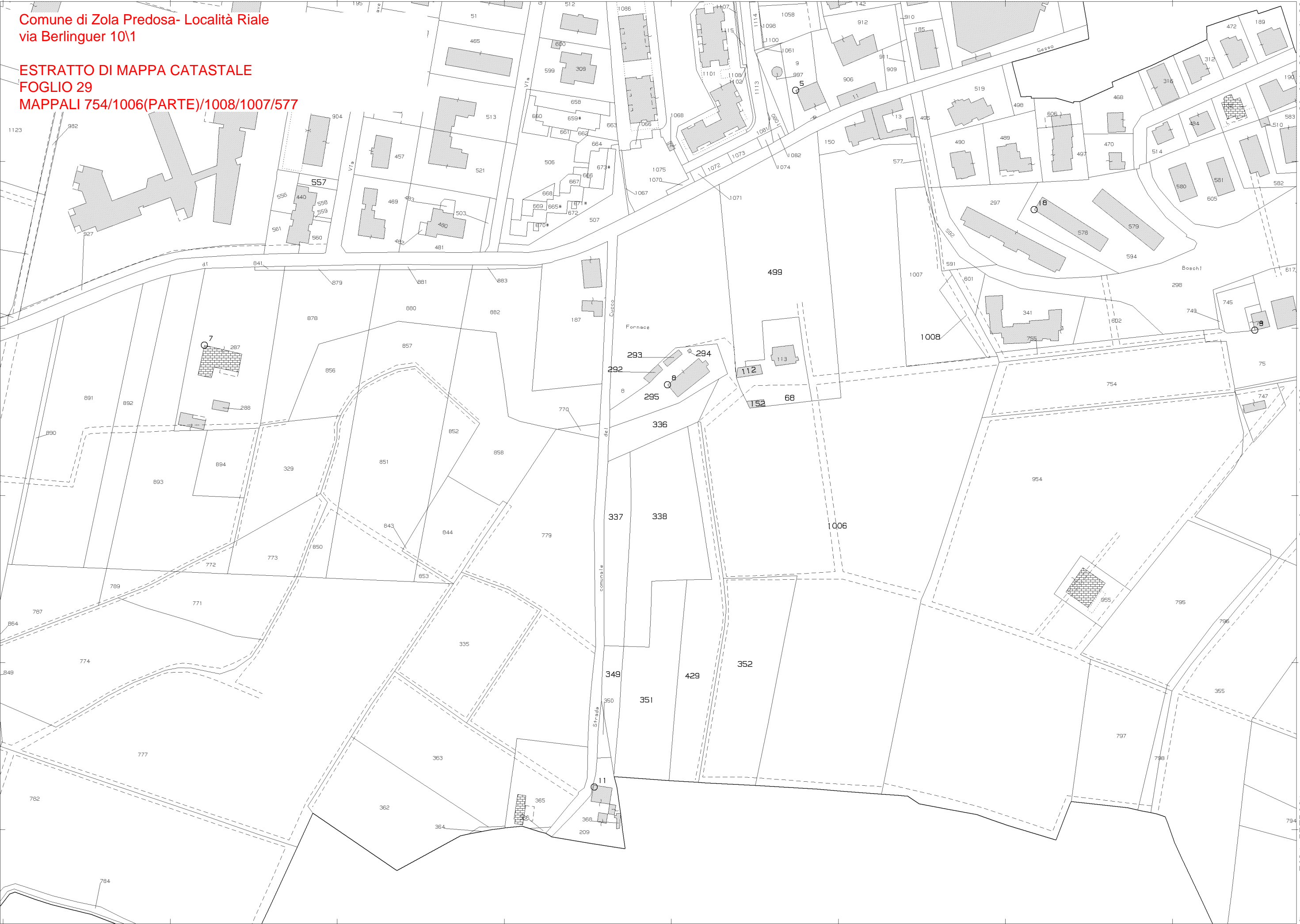


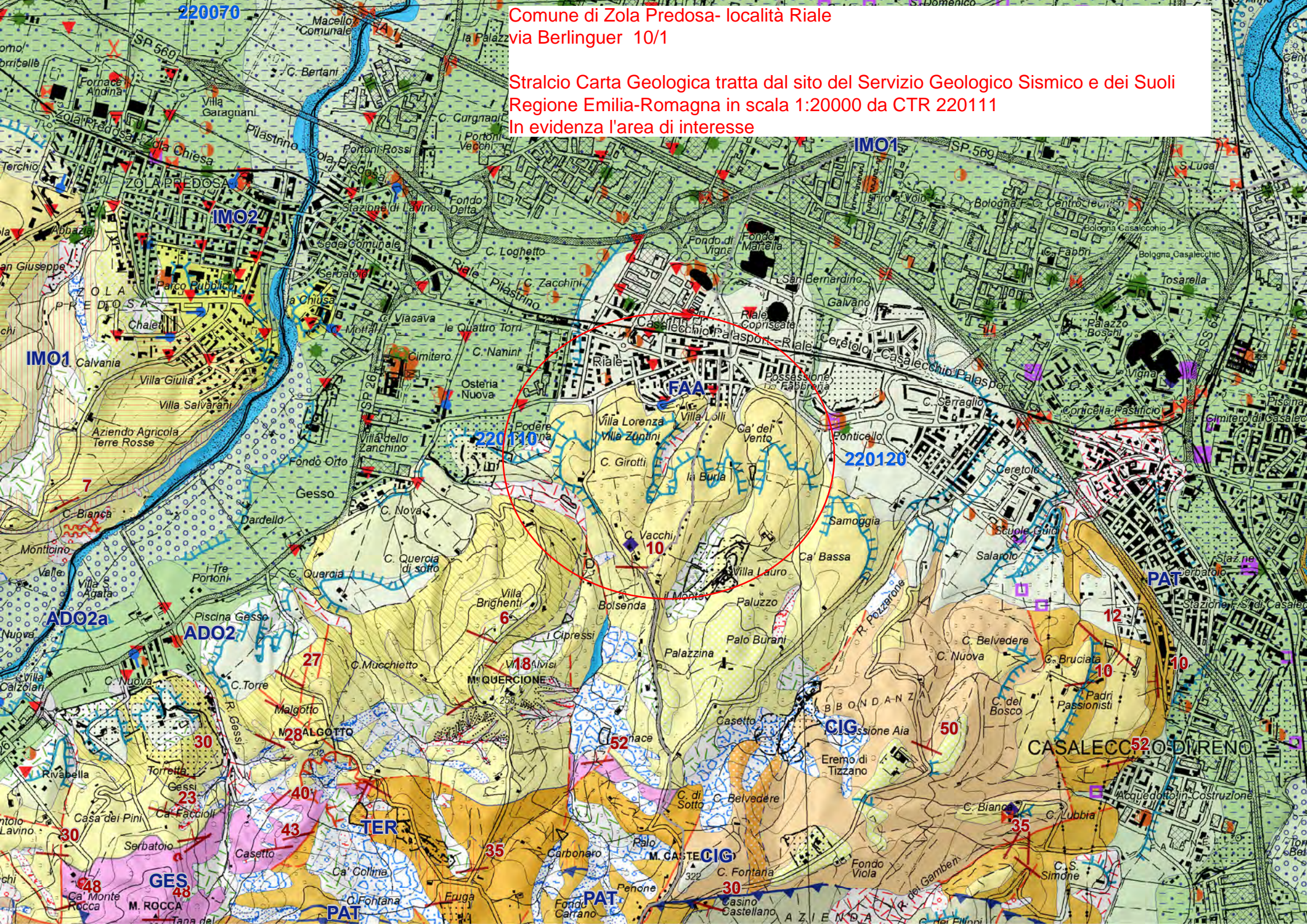
Griglia 10.000



Comune di Zola Predosa- Località Riale
via Berlinguer 10\1

ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE
FOGLIO 29
MAPPALI 754/1006(PARTE)/1008/1007/577





Comune di Zola Predosa- località Riale
via Berlinguer 10/1

Stralcio Carta Geologica tratta dal sito del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli
Regione Emilia-Romagna in scala 1:20000 da CTR 220111
In evidenza l'area di interesse

Legenda

Province



Comuni



Griglia 10.000



Prove lineari

prova MASW

prova ReMi

Prove puntuali

- affioramento naturale o scavo
- carotaggio continuo
- misure di microtremore a stazione singola (HVSR)
- pozzo per acqua
- prova CPT con punta meccanica
- prova dinamica con penetrom. superpesante (DPSH)
- prova dinamica con penetrometro leggero (DPL)
- prova dinamica con penetrometro medio (DPM)
- prova dinamica generica
- sondaggio a distruzione

Risorse e prospezioni (10K)

miniera inattiva

pozzo per ricerca mineraria

Punti geomorf./antrop. (10K)

discarica, deposito di origine antropica

Linee geomorf./antrop. (10K)

orlo di dolina

orlo di scarpata di frana

orlo di terrazzo fluviale

Punti di osservaz. e misura (10K)

slumping intraformazionale non cartografabile

stratificazione dritta

stratificazione verticale

Ambienti deposiz. e litologie (10K)

Ghiaia Sabbiosa - Piana alluvionale

Limo Sabbioso - Piana alluvionale

Coperture quaternarie (10K)

AES4 - Subsintema di Liano

AES5 - Subsintema di Torre Stagni

AES6 - Subsintema di Bazzano

AES7 - Subsintema di Villa Verucchio

AES7a - Unità di Niviano

AES7b - Unità di Vignola

AES8 - Subsintema di Ravenna

AES8a - Unità di Modena

a1a - Deposito di frana attiva per crollo e/o ribaltamento

a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento

a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango

a1g - Deposito di frana attiva complessa

a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento

a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango

a2g - Deposito di frana quiescente complessa

a3 - Deposito di versante s.l.

a4 - Deposito eluvio-colluviale

a6 - Detrito di falda

b1 - Deposito alluvionale in evoluzione

i1 - Conoide torrentizia in evoluzione

Affioramenti (punti) (10K)

affioramento di interesse stratigrafico

Affioramenti strutturali (10K)

traccia di superficie assiale antiforme con asse orizzontale certa

Limiti di unità geologiche (10K)

contatto stratigrafico o litologico certo
contatto stratigrafico o litologico incerto

faglia certa

faglia con prevalente componente trascorrente (senso di movimento non determinabile) certa

faglia diretta certa

faglia incerta

faglia sepolta

limite di natura incerta

sovrascorrimento certo

sovrascorrimento di importanza minore
to

sovrascorrimento incerto


sovrascorrimento sepolto

Unità geologiche (10K)


ADO2 - Formazione di Monte Adone - membro delle Ganzole

ADO2a - Formazione di Monte Adone - membro delle Ganzole -litofacies pelitica-

arenaceo

 AVS - Argille Varicolori della Val
Samoggia


 CIG - Formazione di Cigarelllo


 CIGa - Formazione di Cigarelllo -
litofacies arenacea


 FAA - Argille Azzurre

 FCO - Formazione a Colombacci


 GES - Formazione Gessoso Solifera

 IMO1 - Sabbie di Imola - membro di
Monte Castellaccio

 IMO1c - Sabbie di Imola - membro di
Monte Castellaccio - litofacies
conglomeratica


 IMO2 - Sabbie di Imola - membro di
Fossoveggia


 MOH - Formazione di Monghidoro

 MVT - Breccie argillose della Val
Tiepido-Canossa

 PAT - Formazione di Pantano

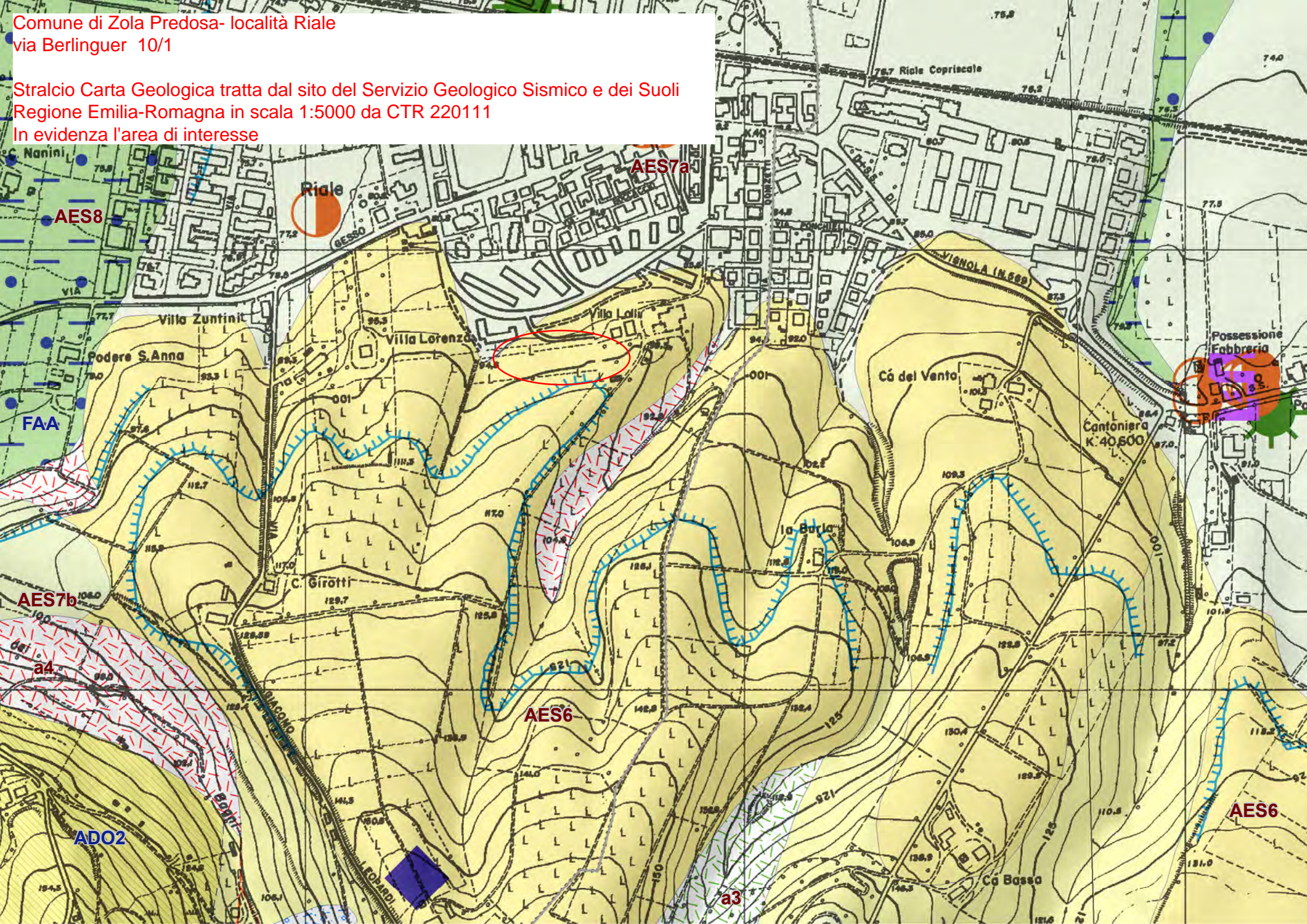
 TER - Formazione del Termina

 TER1 - Formazione del Termina -
membro di Montardone

 TER2 - Formazione del Termina -
membro di Montebaranzone

Comune di Zola Predosa- località Riale
via Berlinguer 10/1

Stralcio Carta Geologica tratta dal sito del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli
Regione Emilia-Romagna in scala 1:5000 da CTR 220111
In evidenza l'area di interesse



Legenda

Province







Comuni



Griglia 10.000



Prove puntuali

-  affioramento naturale o scavo
-  pozzo per acqua
-  prova CPT con punta meccanica
-  sondaggio a distruzione

Forme geomorf./antrop. (10K)



orlo di terrazzo fluviale

Ambienti deposiz. e litologie (10K)



Limo Sabbioso - Piana alluvionale

Coperture quaternarie (10K)



AES6 - Subsintema di Bazzano



AES7a - Unità di Niviano



AES7b - Unità di Vignola



AES8 - Subsintema di Ravenna



a3 - Deposito di versante s.l.



a4 - Deposito eluvio-colluviale

Limiti di unità geologiche (10K)

—contatto stratigrafico o litologico certo

—contatto stratigrafico o litologico incerto

—faglia incerta

—limite di natura incerta

Affioramenti (aree) (10K)



Unità geologiche (10K)



ADO2 - Formazione di Monte Adone -
membro delle Ganzole



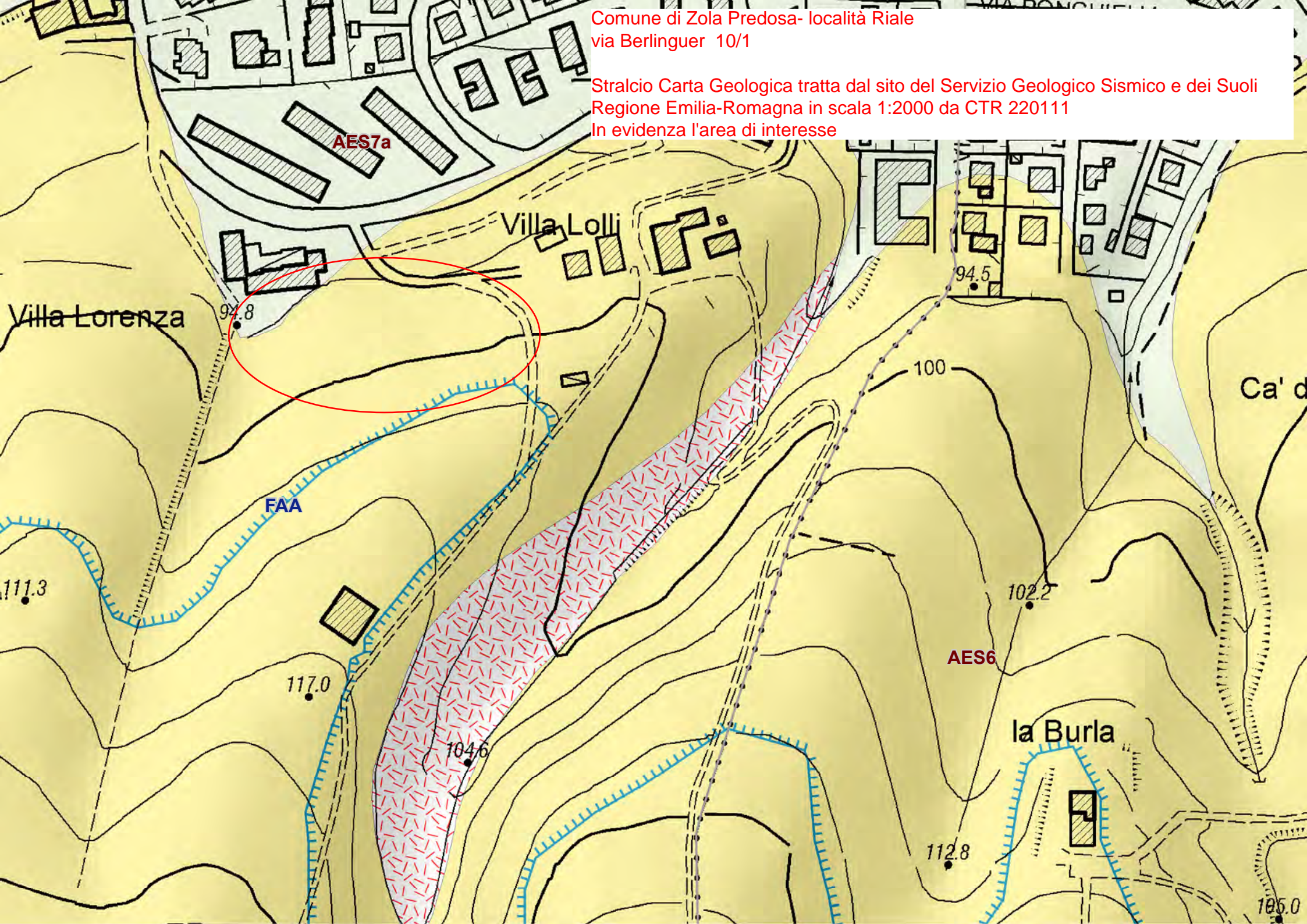
CIG - Formazione di Cigarello



FAA - Argille Azzurre

Comune di Zola Predosa- località Riale
via Berlinguer 10/1

Stralcio Carta Geologica tratta dal sito del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli
Regione Emilia-Romagna in scala 1:2000 da CTR 220111
In evidenza l'area di interesse



Legenda

Province




Comuni





Griglia 10.000




Linee geomorf./antrop. (10K)
 orlo di terrazzo fluviale

Coperture quaternarie (10K)

 AES6 - Subsistema di Bazzano

 AES7a - Unità di Niviano

 a4 - Deposito eluvio-colluviale

Affioramenti (aree) (10K)



Unità geologiche (10K)

 FAA - Argille Azzurre

CARTA INVENTARIO DELLE FRANE DELL'EMILIA-ROMAGNA
allestimento a supporto del tipo di operazione 5.1.01 - Investimenti in azioni di prevenzione
volte a ridurre le conseguenze delle calamità naturali, avversità climatiche - PSR 2014-2020 **edizione Ottobre 2018**

Zola Predosa - tavola 1



Stralcio della Carta Inventario delle Frane
Si noti l'assenza nell'area di depositi e frane di qualsiasi tipo




**PIANO STRUTTURALE DEI COMUNI
DELL'AREA BAZZANESE**

**DOCUMENTO PRELIMINARE
ALLEGATO B- SISTEMA NATURALE E AMBIENTALE**

**AB.B2.03a
CARTA IDROGEOLOGICA**

scala 1:25000



 coperture quaternarie alluvionali pensili



isopieze (m. s.l.m.)



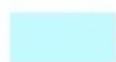
direzione moto di falda



limite freatico/confinato

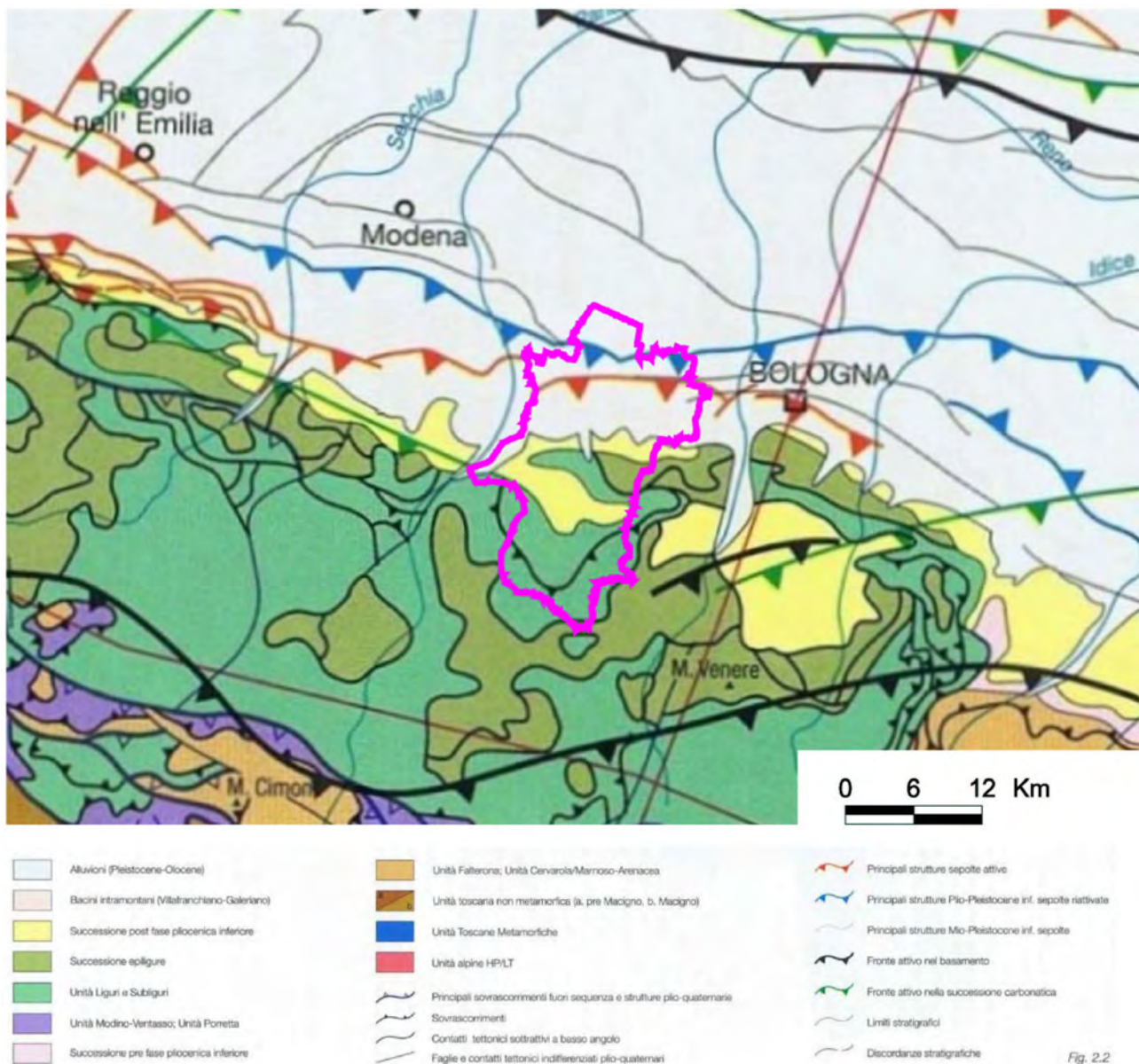


fronte di ricarica significativa del freatico



zona di ricarica del freatico

Stralcio della Carta IdroGeologica

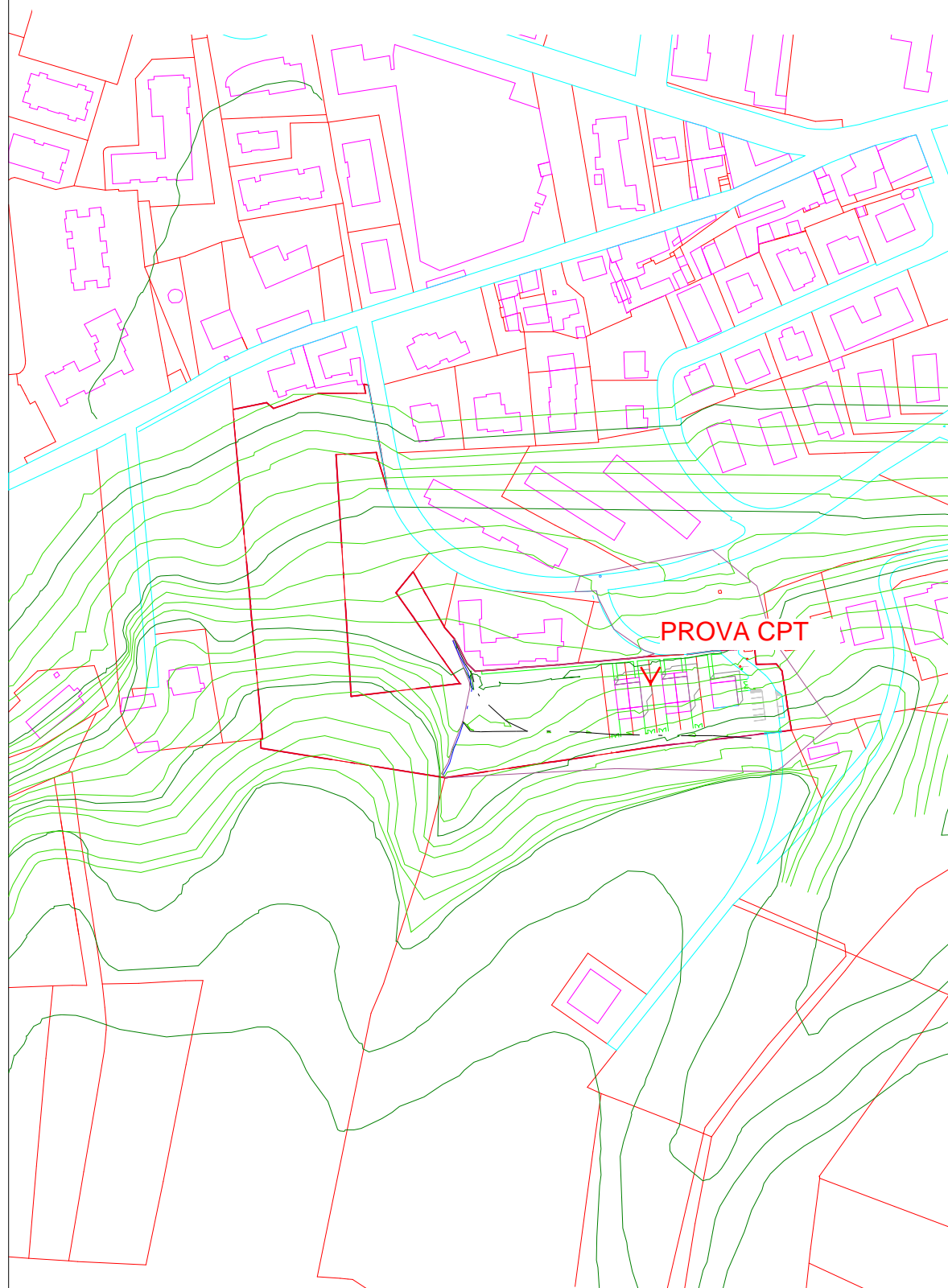


Contesto Tettonico locale che identifica i rapporti tra catena appenninica e pianura nel territorio del Comune di Zola Predosa (perimetrato con linea fucsia) tratto dalle “Note Illustrative alla Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna”

COMUNE DI ZOLA PREDOSA - LOCALITA' RIALE

VIA BERLINGUER 10/1

UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT + PIEZOMETRO





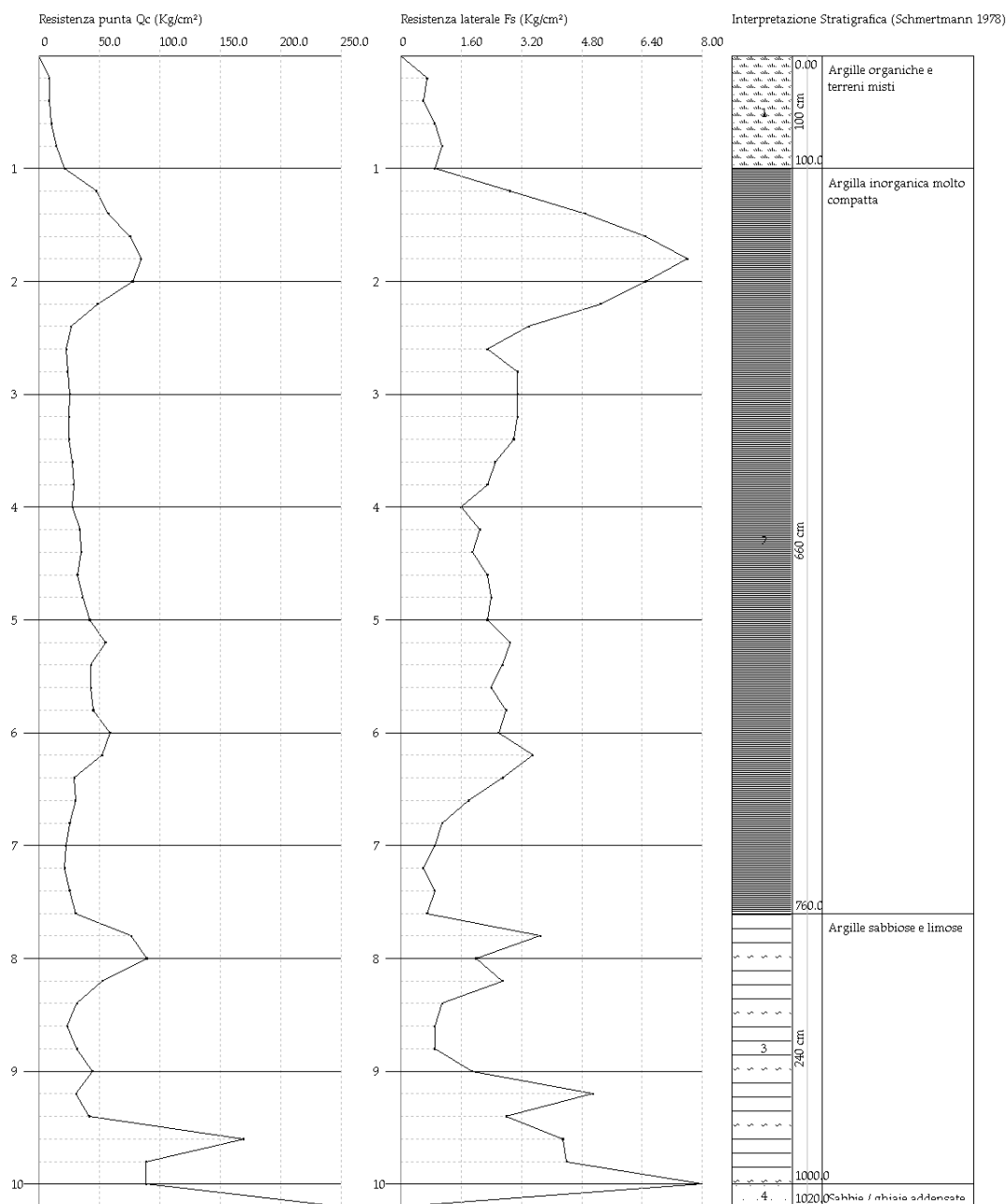
Dott. Geol. Carlo Alfonso Lipparini
Studio dei Luoghi
Via di Sabbiuino 5/7. 40136 BOLOGNA

Probe CPT - Cone Penetration CPT1
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente : Valerio Tabaroni
Cantiere : Via Berlinguer 10/1
Località : Riale, Zola Predosa (BO)

Data :22/02/2019

Scala 1:53



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Valerio Tabaroni Cantiere: via Berlinguer 10/1 Località: Riale, Zola Predosa (BO)	
--	--

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35.7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

PROVA CPT1

Committente: Valerio Tabaroni

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 22/02/2019

Profondità prova: 10.20 m

Località: Riale, Zola Predosa (BO) via Berlinguer 10/1

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	8.00	0.0	8.1	0.7	11.6	8.6
0.40	8.00	19.0	8.1	0.6	13.5	7.4
0.60	10.00	19.0	10.1	0.9	11.2	8.9
0.80	14.00	28.0	14.1	1.1	12.8	7.8
1.00	21.00	38.0	21.1	0.9	23.4	4.3
1.20	47.00	60.0	47.3	2.9	16.3	6.1
1.40	57.00	100.0	57.3	4.9	11.7	8.6
1.60	75.00	148.0	75.3	6.5	11.6	8.6
1.80	84.00	182.0	84.3	7.6	11.1	9.0
2.00	77.00	191.0	77.3	6.5	11.9	8.4
2.20	48.00	145.0	48.4	5.3	9.1	11.0
2.40	26.00	106.0	26.4	3.4	7.8	12.9
2.60	22.00	73.0	22.4	2.3	9.7	10.3
2.80	23.00	58.0	23.4	3.1	7.5	13.2
3.00	25.00	71.0	25.4	3.1	8.2	12.2
3.20	24.00	71.0	24.6	3.1	7.9	12.6
3.40	24.00	70.0	24.6	3.0	8.2	12.2
3.60	27.00	72.0	27.6	2.5	11.0	9.1
3.80	28.00	66.0	28.6	2.3	12.4	8.0
4.00	27.00	62.0	27.6	1.6	17.3	5.8
4.20	33.00	57.0	33.7	2.1	16.0	6.2
4.40	34.00	65.0	34.7	1.9	18.3	5.5
4.60	31.00	60.0	31.7	2.3	13.8	7.3
4.80	35.00	70.0	35.7	2.4	14.9	6.7
5.00	41.00	77.0	41.7	2.3	18.1	5.5
5.20	54.00	89.0	54.8	2.9	18.9	5.3
5.40	42.00	86.0	42.8	2.7	15.9	6.3
5.60	42.00	83.0	42.8	2.4	17.8	5.6
5.80	44.00	80.0	44.8	2.8	16.0	6.3
6.00	58.00	100.0	58.8	2.6	22.6	4.4
6.20	51.00	90.0	52.0	3.5	14.9	6.7
6.40	28.00	81.0	29.0	2.7	10.7	9.3
6.60	29.00	70.0	30.0	1.8	16.7	6.0
6.80	24.00	51.0	25.0	1.1	22.7	4.4
7.00	21.00	38.0	22.0	0.9	24.4	4.1
7.20	20.00	34.0	21.1	0.6	35.2	2.8
7.40	24.00	33.0	25.1	0.9	27.9	3.6
7.60	29.00	42.0	30.1	0.7	43.0	2.3
7.80	75.00	86.0	76.1	3.7	20.6	4.9
8.00	88.00	144.0	89.1	2.0	44.6	2.2
8.20	51.00	81.0	52.2	2.7	19.3	5.2
8.40	30.00	71.0	31.2	1.1	28.4	3.5
8.60	22.00	39.0	23.2	0.9	25.8	3.9
8.80	30.00	43.0	31.2	0.9	34.7	2.9
9.00	43.00	56.0	44.2	1.9	23.3	4.3
9.20	29.00	57.0	30.4	5.1	6.0	16.8
9.40	40.00	116.0	41.4	2.8	14.8	6.8
9.60	168.00	210.0	169.4	4.3	39.4	2.5
9.80	87.00	151.0	88.4	4.4	20.1	5.0
10.00	87.00	153.0	88.4	10.8	8.2	12.2
10.20	419.00	581.0	420.5	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	12.3	0.8	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille organiche e terreni misti
7.60	38.7	2.9	2.1	Incoerente-Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
10.00	63.8	3.4	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
10.20	420.5	0.0	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI
Secondo Schmertmann

Nr: Numero progressivo strato
 Prof: Profondità strato (m)
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
 Eu: Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm²)
 Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)
 G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
 OCR: Grado di sovraconsolidazione
 Puv: Peso unità di volume (t/m³)
 PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³)
 Dr: Densità relativa (%)
 Φ: Angolo di resistenza al taglio (°)
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey
1	1.00	CI	0.6	457.7	47.2	129.7	>9	1.9	2.0	57.37	33.9	30.8
2	7.60	CI	2.0	1418.1	77.4	261.4	>9	2.1	2.2	39.35	28.6	96.8
3	10.00	CI	3.3	2323.9	127.6	354.7	>9	2.2	2.2	38.07	27.4	159.5
4	10.20	I	--	--	116.2	1122.7	>9	0.0	0.0	100	36.1	1051.3

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT1
Secondo Diversi Autori

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.- Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	1.00	12.3	0.8	0.70	0.88	0.81	0.72	0.64	0.62
Strato 2	7.60	38.7	2.9	2.17	2.12	2.52	2.22	1.99	1.94
Strato 3	10.00	63.8	3.4	3.55	2.87	4.13	3.65	3.26	3.19

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	1.00	12.3	0.8	61.50	47.18	73.80	36.90
Strato 2	7.60	38.7	2.9	96.75	77.40	116.10	116.10
Strato 3	10.00	63.8	3.4	159.50	127.60	191.40	95.70

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1.00	12.3	0.8	457.69	18.60
Strato 2	7.60	38.7	2.9	1418.14	58.20
Strato 3	10.00	63.8	3.4	2323.95	95.70

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1.00	12.3	0.8	Imai & Tomauchi	129.74
Strato 2	7.60	38.7	2.9	Imai & Tomauchi	261.37
Strato 3	10.00	63.8	3.4	Imai & Tomauchi	354.73

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1.00	12.3	0.8	3.01
Strato 2	7.60	38.7	2.9	1.02
Strato 3	10.00	63.8	3.4	0.81

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.00	12.3	0.8	Meyerhof	1.89
Strato 2	7.60	38.7	2.9	Meyerhof	2.08
Strato 3	10.00	63.8	3.4	Meyerhof	2.16

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.00	12.3	0.8	Meyerhof	1.97
Strato 2	7.60	38.7	2.9	Meyerhof	2.16
Strato 3	10.00	63.8	3.4	Meyerhof	2.24

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowsk i 1985
Strato 1	1.00	12.3	0.8	39.78	57.37	56.62	40.39	74.68
Strato 2	7.60	38.7	2.9	40.68	39.35	42.38	41.29	43.64
Strato 3	10.00	63.8	3.4	44.54	38.07	42.05	45.19	37.11
Strato 4	10.20	420.5	0.0	96.17	100	100	97.26	87.18

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durguno uglu- Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmert mann	Robertso n & Campane lla 1983	Herminie r	Meyerhof 1951
Strato 1	1.00	12.3	0.8	37.04	33.92	31.14	29.05	36.03	42.05	29.12	22.52
Strato 2	7.60	38.7	2.9	32.51	28.55	25.5	23.89	33.51	36.05	24.17	34.38
Strato 3	10.00	63.8	3.4	31.63	27.42	24.31	22.81	33.33	34.66	23.58	45
Strato 4	10.20	420.5	0.0	40.06	36.09	33.41	31.13	42	44.18	33.53	45

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	1.00	12.3	0.8	30.75	24.60	112.12
Strato 2	7.60	38.7	2.9	96.75	77.40	436.46
Strato 3	10.00	63.8	3.4	159.50	127.60	729.34
Strato 4	10.20	420.5	0.0	1051.25	841.00	1682.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertman n	Lunne- Christoffe r 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy- Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	1.00	12.3	0.8	46.80	48.25	92.44	24.60	61.50
Strato 2	7.60	38.7	2.9	42.58	151.81	303.74	77.40	116.10
Strato 3	10.00	63.8	3.4	53.38	250.27	503.02	108.46	95.70
Strato 4	10.20	420.5	0.0	116.18	844.74	3443.55	630.75	630.75

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1.00	12.3	0.8	Imai & Tomauchi	129.74
Strato 2	7.60	38.7	2.9	Imai & Tomauchi	261.37
Strato 3	10.00	63.8	3.4	Imai & Tomauchi	354.73
Strato 4	10.20	420.5	0.0	Imai & Tomauchi	1122.74

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	1.00	12.3	0.8	3.01	>9	1.16	>9
Strato 2	7.60	38.7	2.9	1.02	>9	<0.5	>9
Strato 3	10.00	63.8	3.4	0.81	>9	<0.5	>9
Strato 4	10.20	420.5	0.0	4.66	>9	0.82	>9

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	1.00	12.3	0.8	Kulhawy & Mayne (1990)	0.72
Strato 2	7.60	38.7	2.9	Kulhawy & Mayne (1990)	0.35
Strato 3	10.00	63.8	3.4	Kulhawy & Mayne (1990)	0.31
Strato 4	10.20	420.5	0.0	Kulhawy & Mayne (1990)	0.95

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 1	1.00	12.3	0.8	0.17513	0.02277
Strato 2	7.60	38.7	2.9	0.11286	0.01467
Strato 3	10.00	63.8	3.4	0.10038	0.01305
Strato 4	10.20	420.5	0.0	0.0615	0.008

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.00	12.3	0.8	Meyerhof	1.80
Strato 2	7.60	38.7	2.9	Meyerhof	1.80
Strato 3	10.00	63.8	3.4	Meyerhof	1.80
Strato 4	10.20	420.5	0.0	Meyerhof	0.00

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.00	12.3	0.8	Meyerhof	2.10
Strato 2	7.60	38.7	2.9	Meyerhof	2.10
Strato 3	10.00	63.8	3.4	Meyerhof	2.10
Strato 4	10.20	420.5	0.0	Meyerhof	0.00

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.15

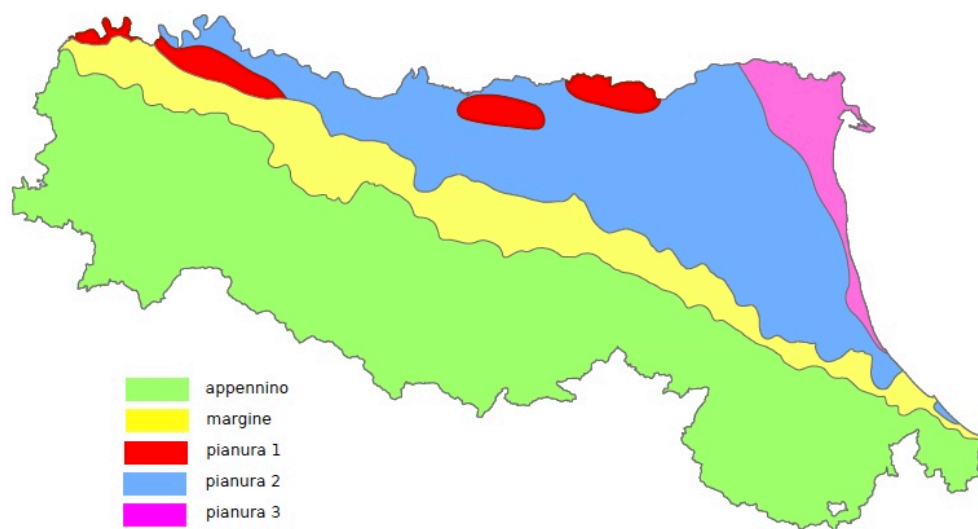
	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1.00	12.3	0.8	Robertson & Wride 1997	10.283
Strato 2	7.60	38.7	2.9	Robertson & Wride 1997	20.836
Strato 3	10.00	63.8	3.4	Robertson & Wride 1997	14.034
Strato 4	10.20	420.5	0.0	Robertson & Wride 1997	0

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1.00	12.3	0.8	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	7.60	38.7	2.9	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 3	10.00	63.8	3.4	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 4	10.20	420.5	0.0	Piacentini-Righi 1988	0

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1.00	12.3	0.8	Piacentini-Righi 1988	3.69E-07
Strato 2	7.60	38.7	2.9	Piacentini-Righi 1988	1.161E-06
Strato 3	10.00	63.8	3.4	Piacentini-Righi 1988	1.914E-06
Strato 4	10.20	420.5	0.0	Piacentini-Righi 1988	0



Localizzazione indicativa dei diversi ambienti GeoMorfologici e LitoStratigrafici in Emilia-Romagna



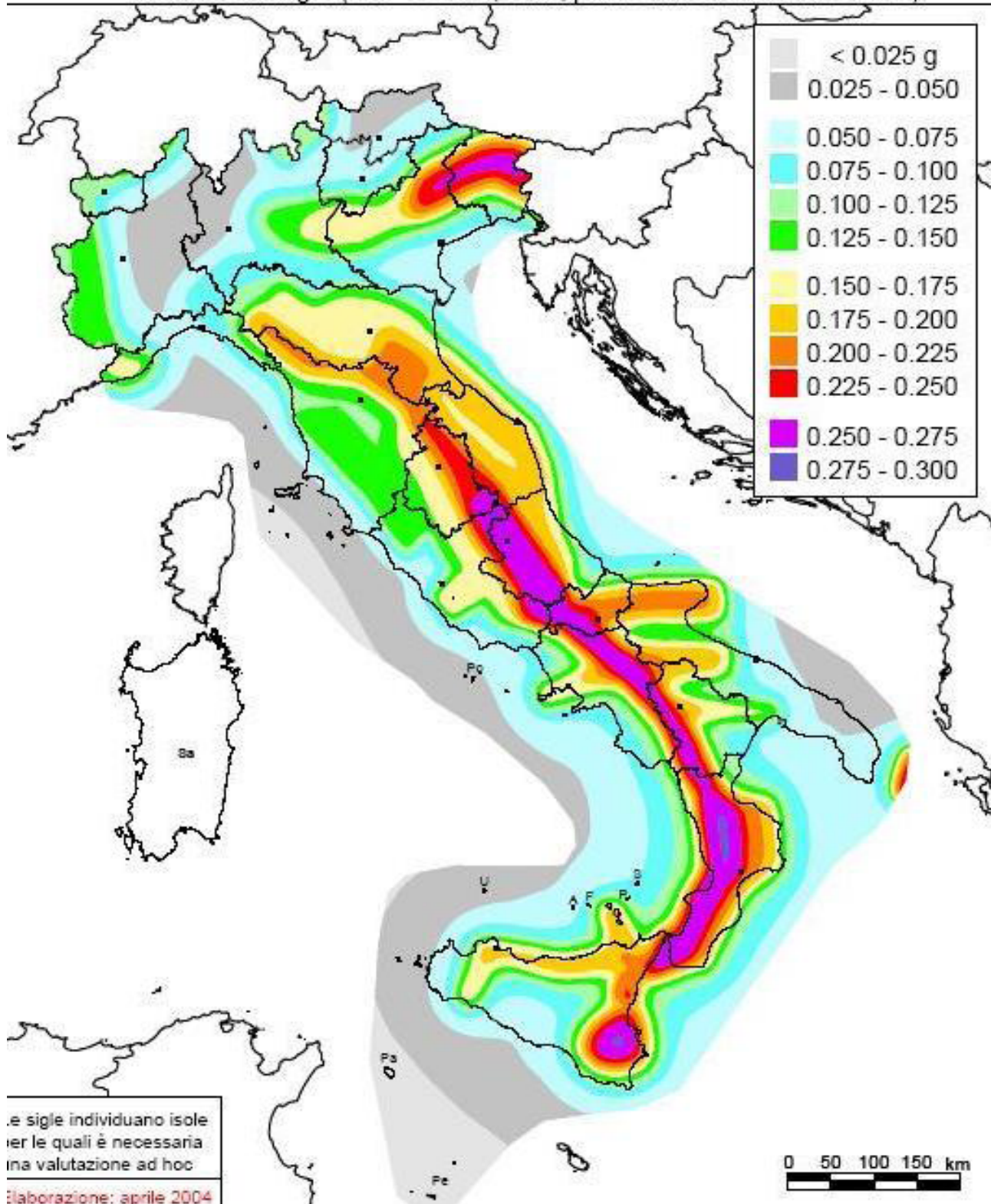
Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

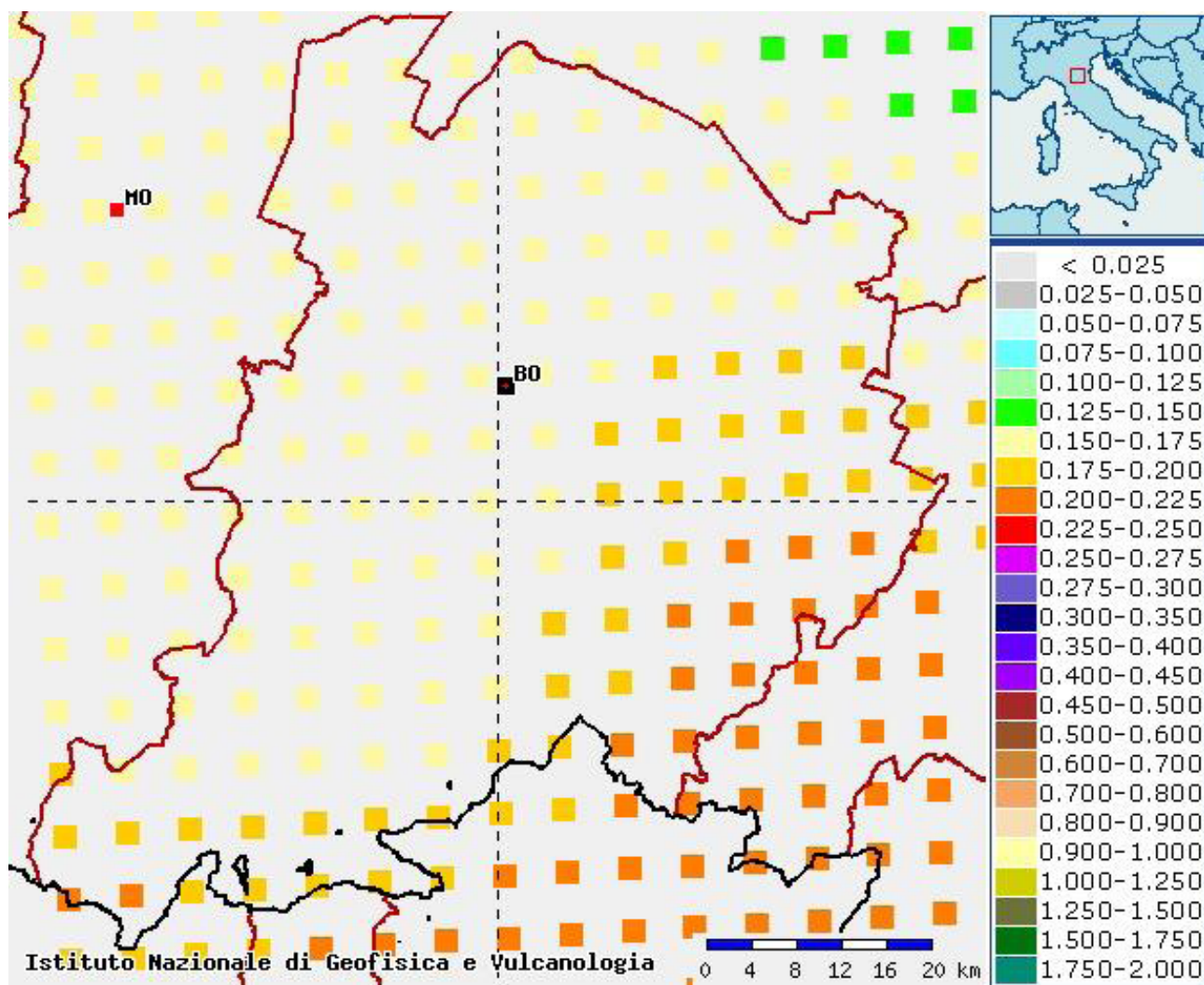
(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

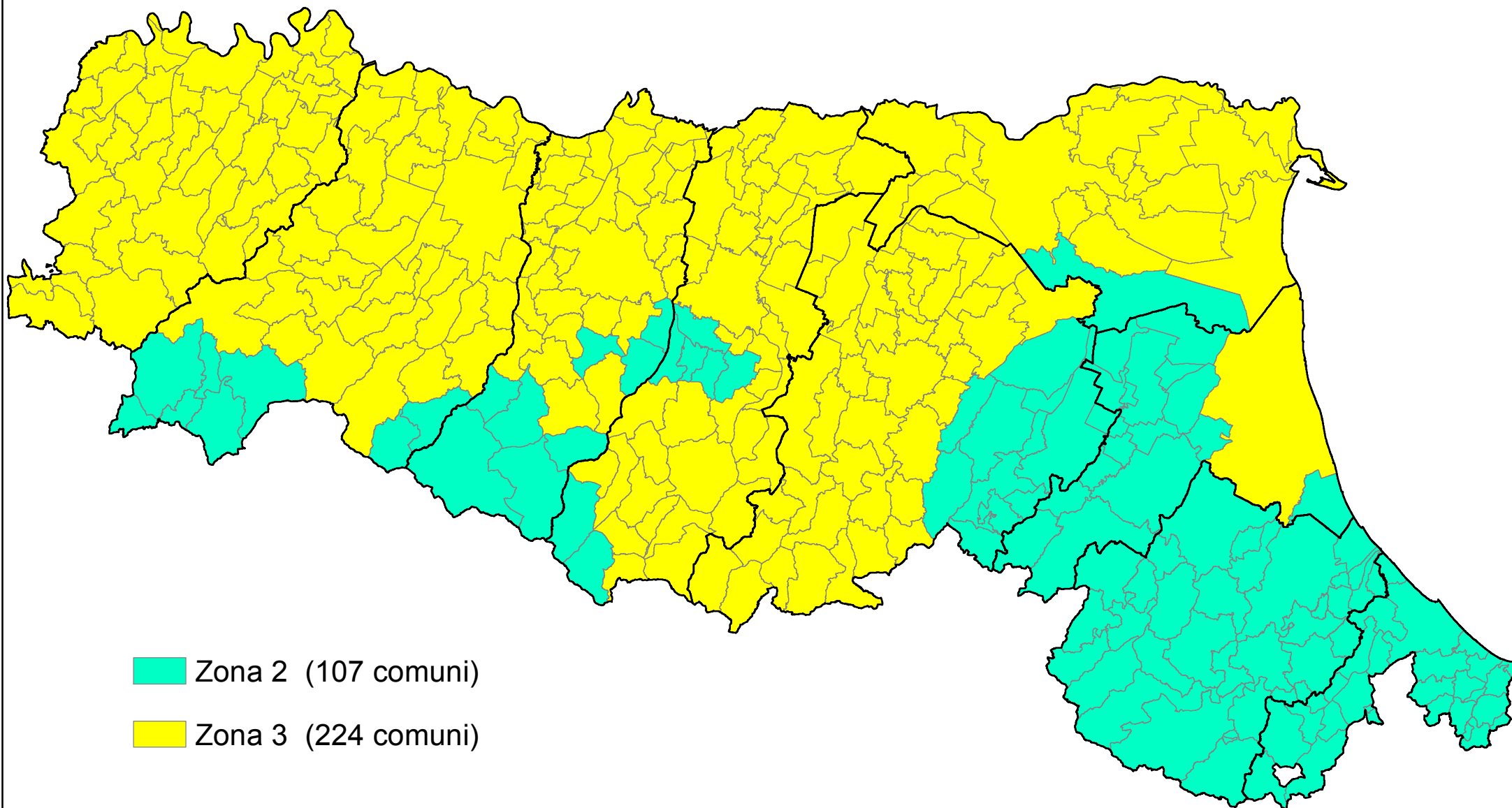
riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)





Mappa di Pericolosità Sismica del territorio Bolognese

Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia-Romagna



PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE CON METODOLOGIA RE.MI.

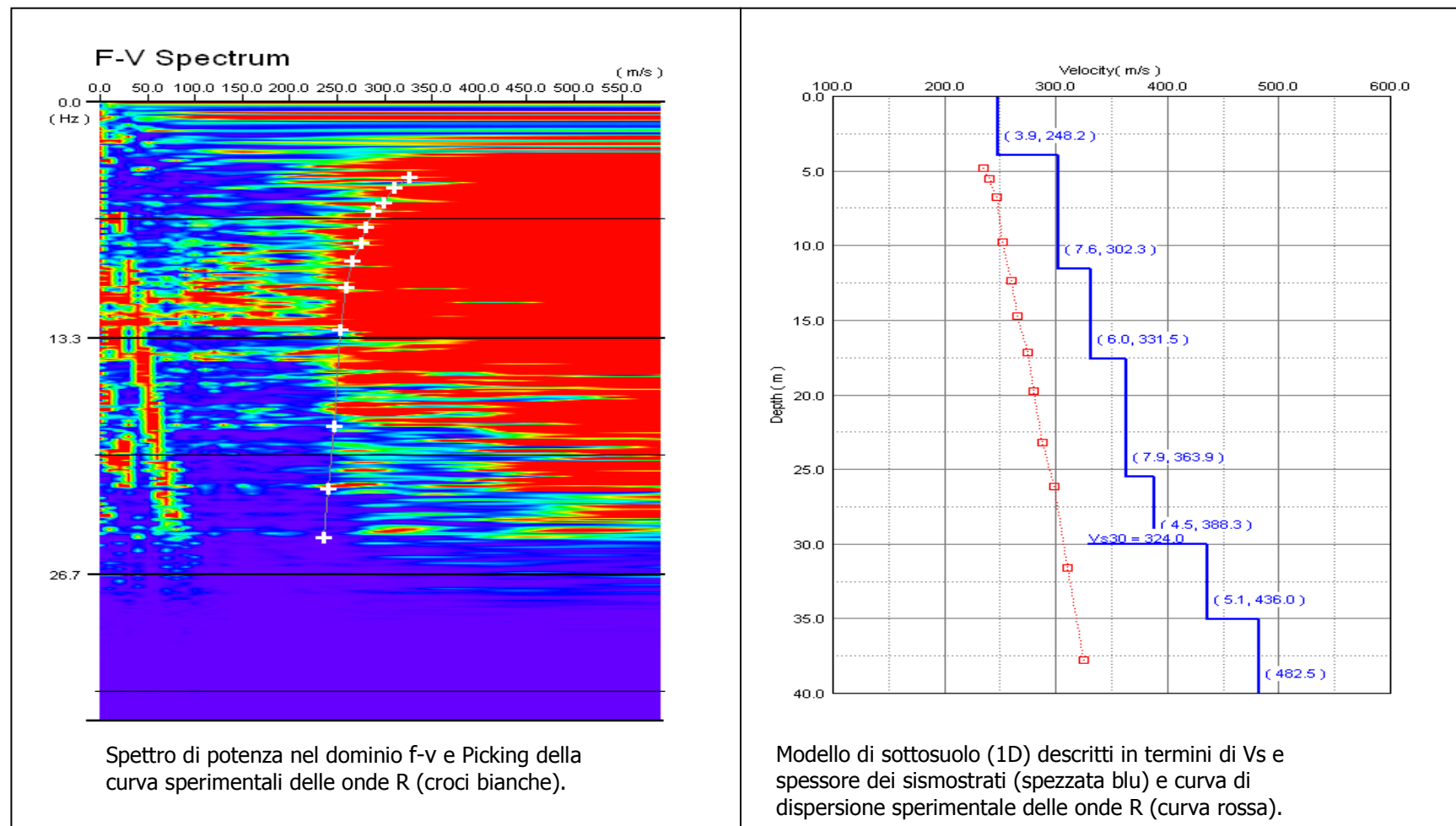
prova n. 037060L15REMI15

Sito di indagine: Comune di **Zola Predosa**

n. tracce	Δx (m)	Δt (ms)	T (s)	L tot (m)
25	3	2	32,0	69

PROVA ESEGUITA IN VIA BERLINGUER,
LOCALITA' RIALE, ZOLA PREDOSA (BO)
TRATTA DA BANCA DATI DEL SERVIZIO GEOLOGICO
E SISMICO DELL'EMILIA-ROMAGNA

Δx : interdistanza geofonica; Δt : passo di campionamento; T: durata registrazione; L tot: lunghezza profilo.





ASSOCIAZIONE INTERCOMUNALE AREA BAZZANESE
Comuni di Bazzano, Castello di Serravalle, Crespellano, Monte
San Pietro, Monteveglio, Savigno, Zola Predosa
Provincia di Bologna



PSC

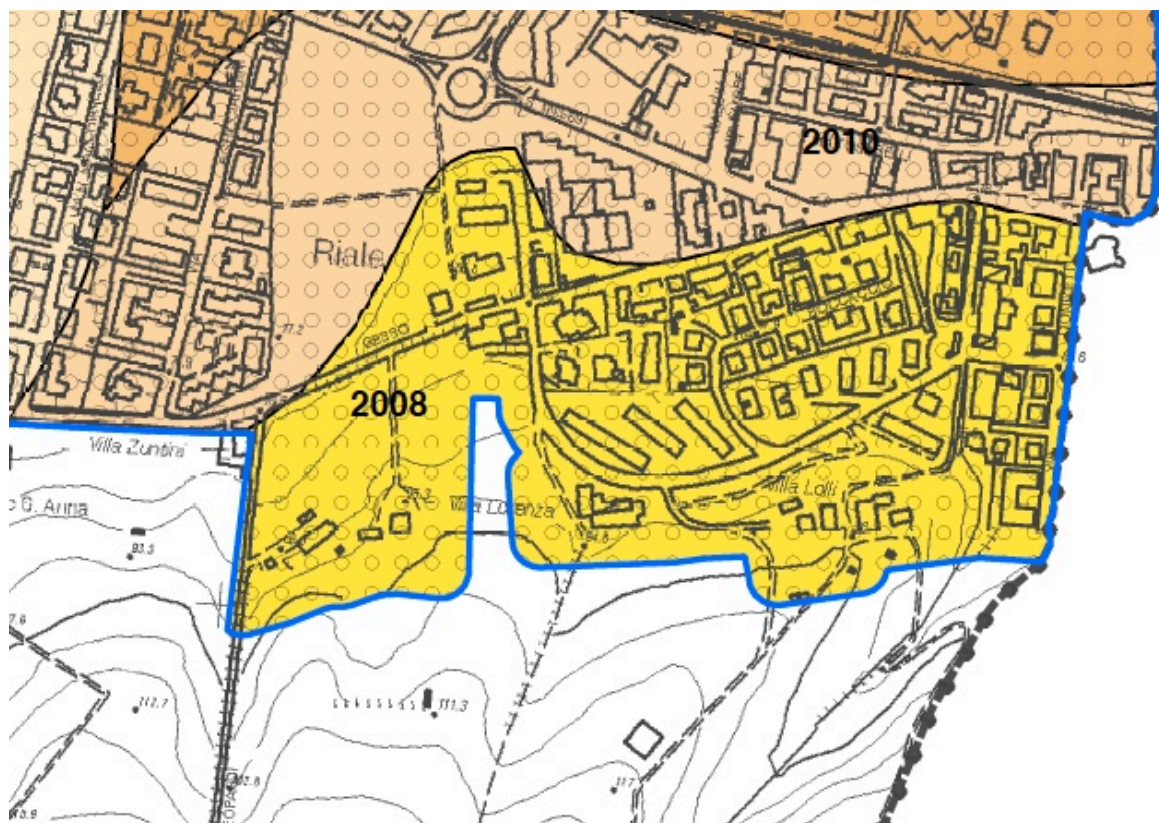
PIANO STRUTTURALE DEI COMUNI DELL'AREA BAZZANESE

MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI ZOLA PREDOSA Carta delle aree suscettibili di effetti locali

1:5.000

Adozione: Del. C.C. n. ... del

Approvazione: Del. C.C. n. ... del



2008

Zona 8 - Coperture alluvionali prevalentemente ghiaiose (AES8; AES7) sovrastanti bedrock non rigido (FAA; ADO2).

Morfologia: sub-piana (< 15°). H>40 m (alluvioni + bedrock alterato). VsH=350 m/s.

Effetti attesi: amplificazione del moto sismico. E' sufficiente un approfondimento di livello 2.

[equivalente ad A (PTCP) = Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche]

Stralcio della Carta delle Aree Suscettibili di Effetti locali

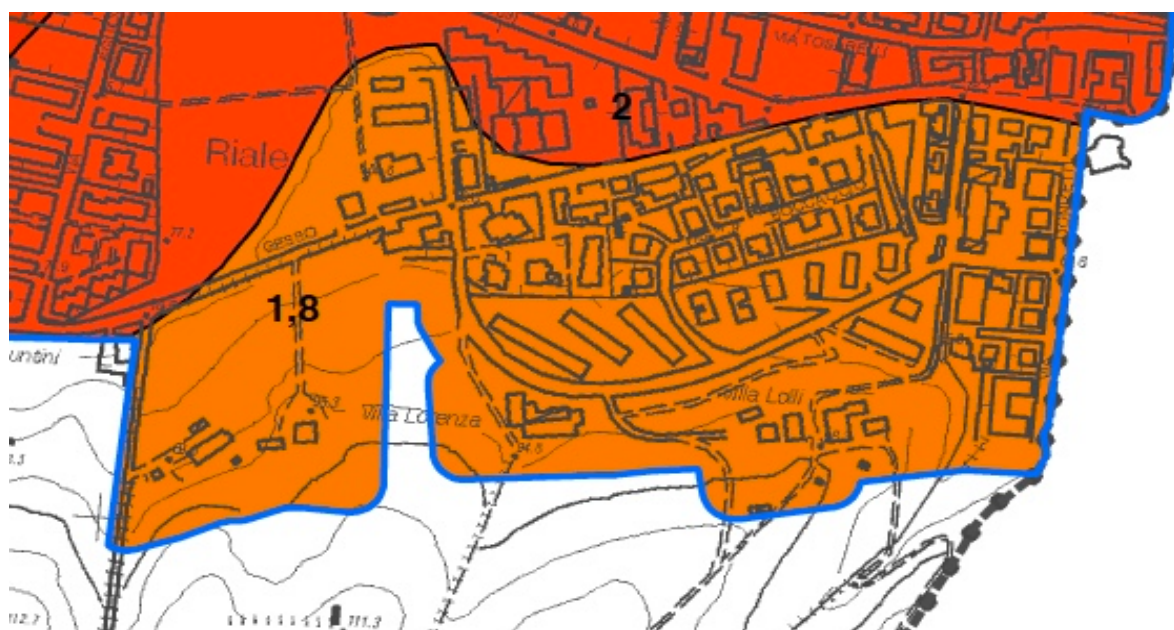


ASSOCIAZIONE INTERCOMUNALE AREA BAZZANESE
Comuni di Bazzano, Castello di Serravalle, Crespellano, Monte
San Pietro, Monteveglio, Savigno, Zola Predosa
Provincia di Bologna



PIANO STRUTTURALE DEI COMUNI DELL'AREA BAZZANESE

MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI ZOLA PREDOSA
Carta di microzonazione sismica di livello 2



Fa (PGA) = 1.7 - 1.8



Fa (PGA) = 1.9 - 2.0

Stralcio della Carta di Microzonazione Sismica-Fa(PGA)

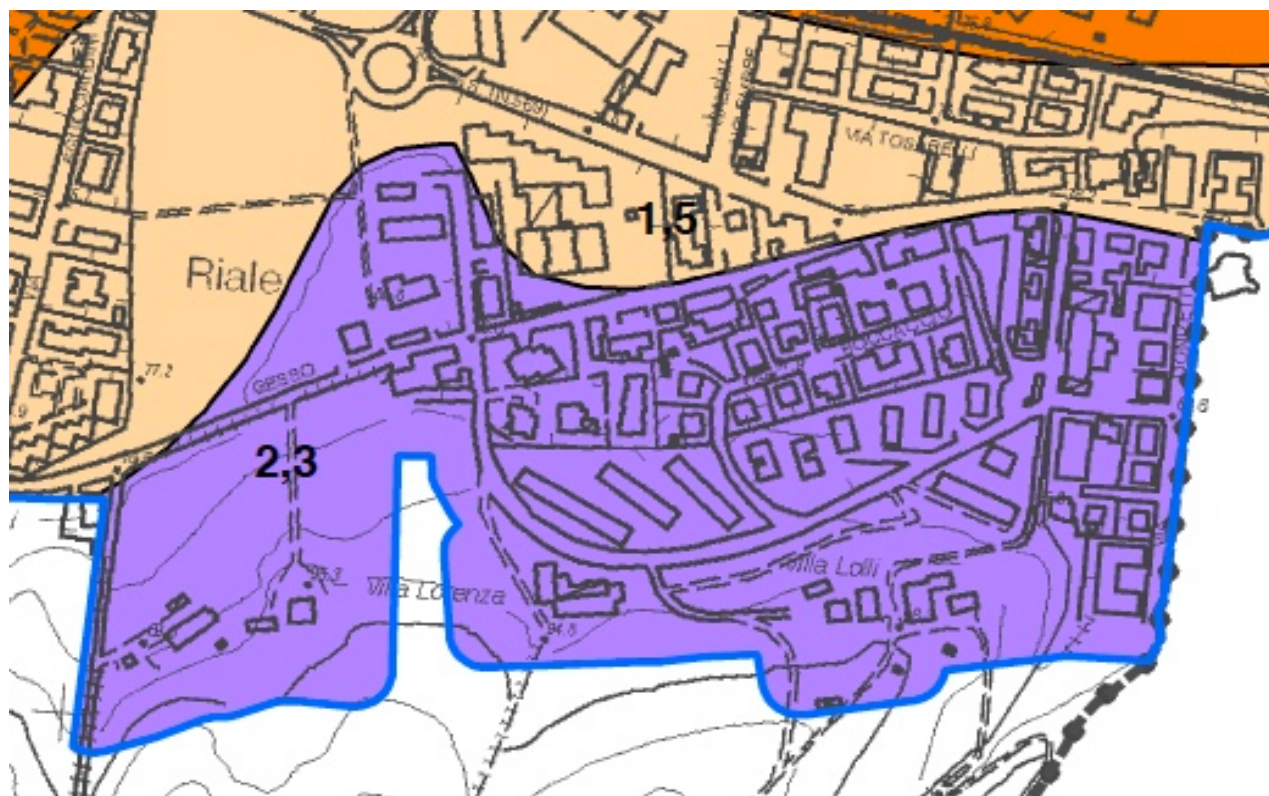


ASSOCIAZIONE INTERCOMUNALE AREA BAZZANESE
Comuni di Bazzano, Castello di Serravalle, Crespellano, Monte
San Pietro, Monteveglio, Savigno, Zola Predosa
Provincia di Bologna



**PIANO STRUTTURALE DEI COMUNI
DELL'AREA BAZZANESE**

MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI ZOLA PREDOSA
Carta di microzonazione sismica di livello 2



Fa (SI $0.5s < T_0 < 1s$) = 2.3 - 2.4

Stralcio della Carta di Microzonazione Sismica-Fa ($SI\ 0.5s < T_0 < 1.0s$)



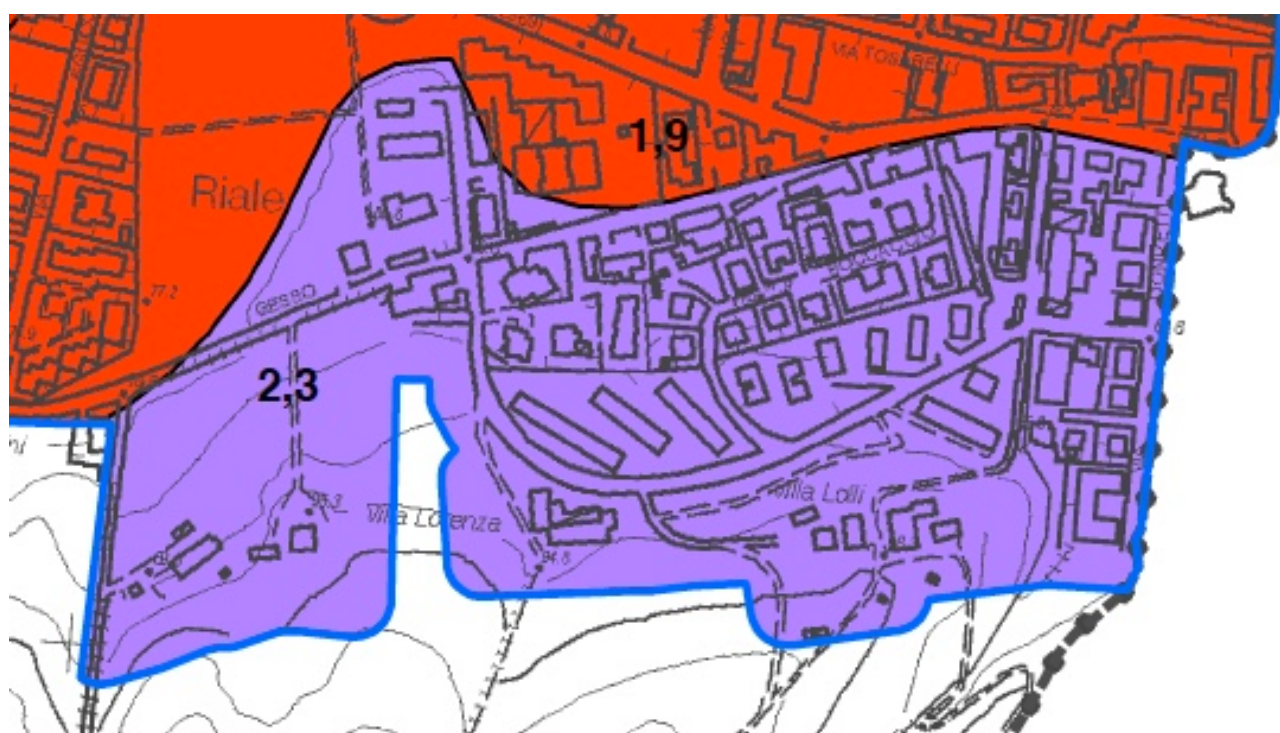
ASSOCIAZIONE INTERCOMUNALE AREA BAZZANESE
Comuni di Bazzano, Castello di Serravalle, Crespellano, Monte
San Pietro, Monteveglio, Savigno, Zola Predosa
Provincia di Bologna



PSC

PIANO STRUTTURALE DEI COMUNI DELL'AREA BAZZANESE

MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI ZOLA PREDOSA
Carta di microzonazione sismica di livello 2



Fa ($SI\ 0.1s < T_0 < 0.5s$) = 2.3 - 2.4

Stralcio della Carta di Microzonazione Sismica-Fa ($SI\ 0.1s < T_0 < 0.5s$)



ASSOCIAZIONE INTERCOMUNALE AREA BAZZANESE
Comuni di Bazzano, Castello di Serravalle, Crespellano, Monte
San Pietro, Monteveglio, Savigno, Zola Predosa
Provincia di Bologna

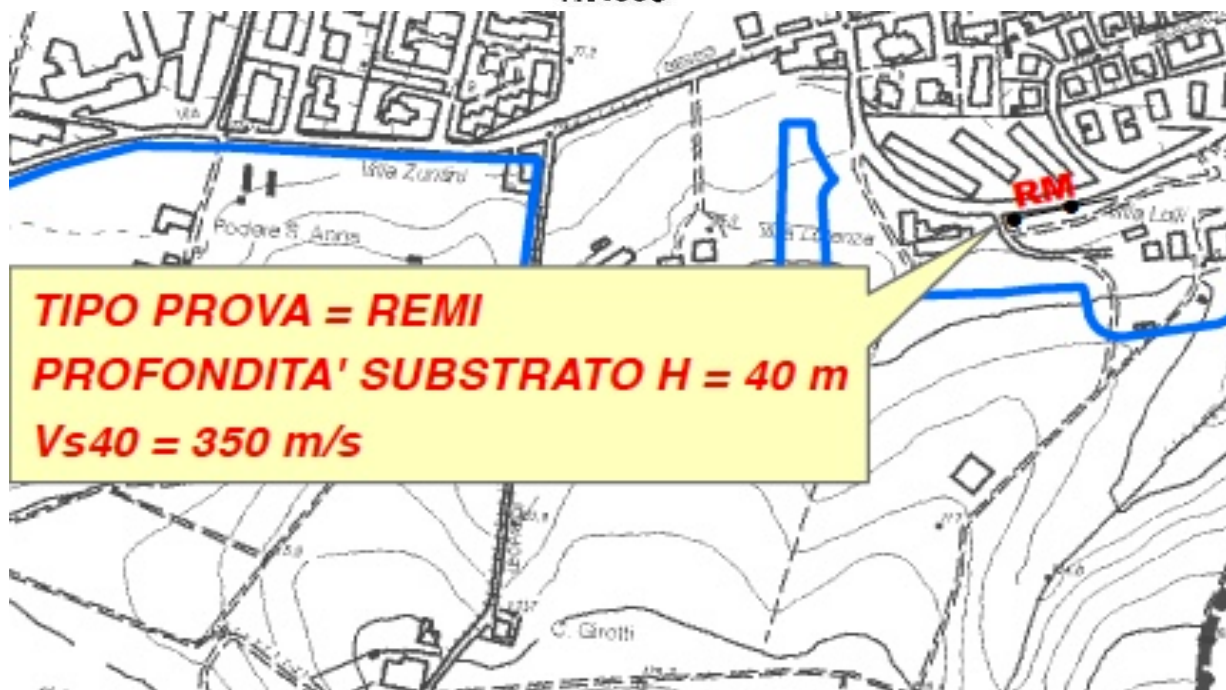


PSC

**PIANO STRUTTURALE DEI COMUNI
DELL'AREA BAZZANESE**

MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI ZOLA PREDOSA
Carta delle velocità delle onde di taglio S

1:7.000



Limite area interessata dallo studio di microzonazione sismica di livello 2 (ambiti urbanizzati e urbanizzabili)

Stralcio della Carta delle Velocità delle Onde S



Comune di Zola Predosa
via Berlinguer 10/1, località Riale

Vista generale dell'area interessata dal futuro intervento edilizio di integrazione.



Comune di Zola Predosa
via Berlinguer 10/1, località Riale

esecuzione della prova penetrometrica statica cpt



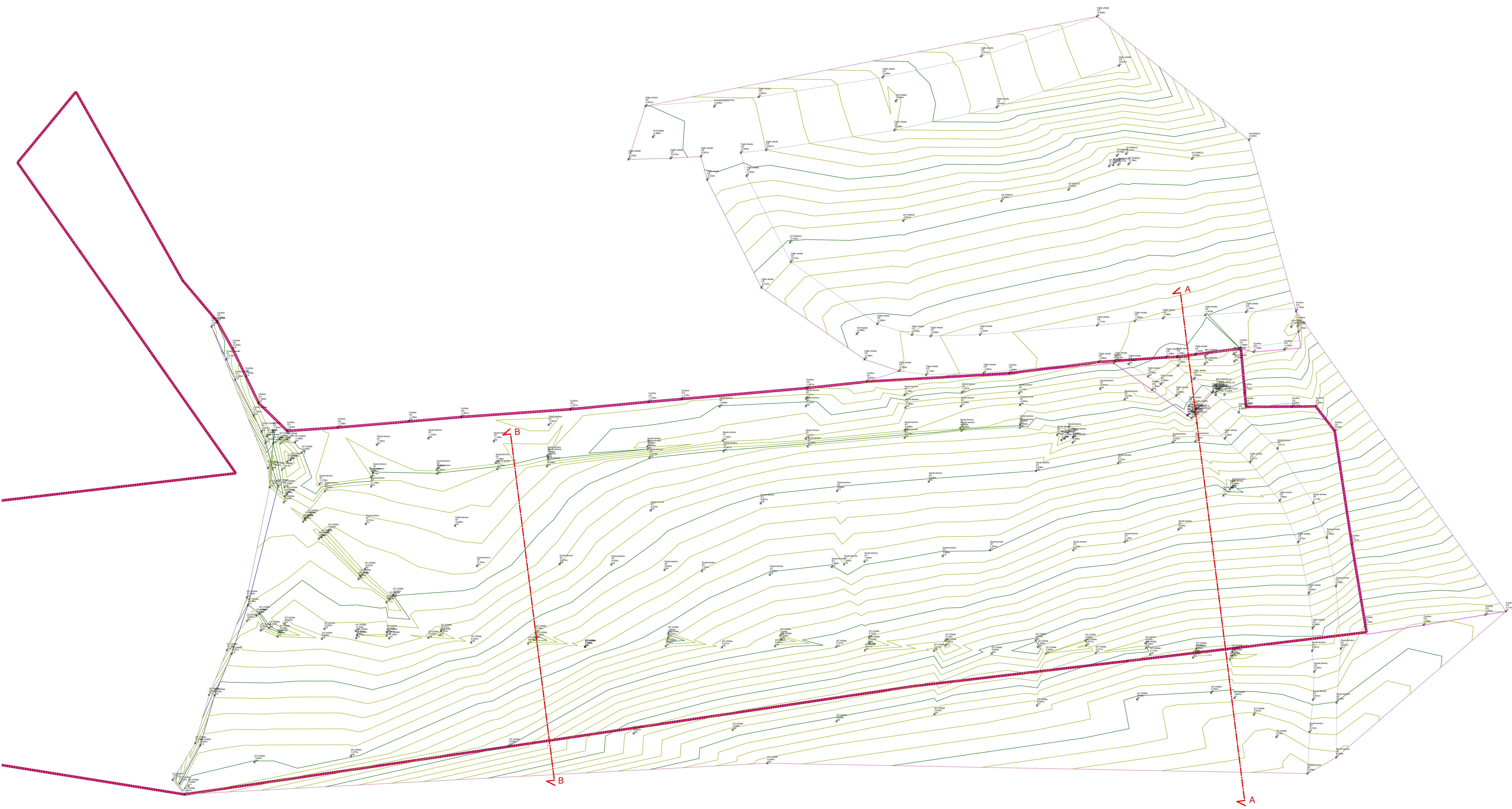
Comune di Zola Predosa
via Berlinguer 10/1, località Riale

piezometro installato all'interno del foro della prova cpt

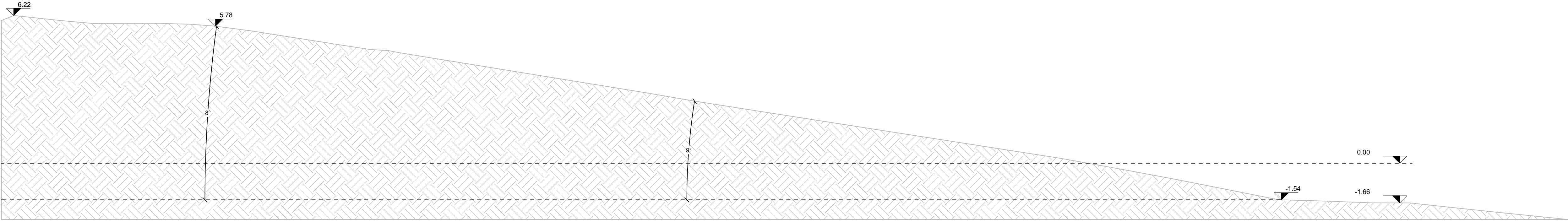


Comune di Zola Predosa
via Berlinguer 10/1, località Riale

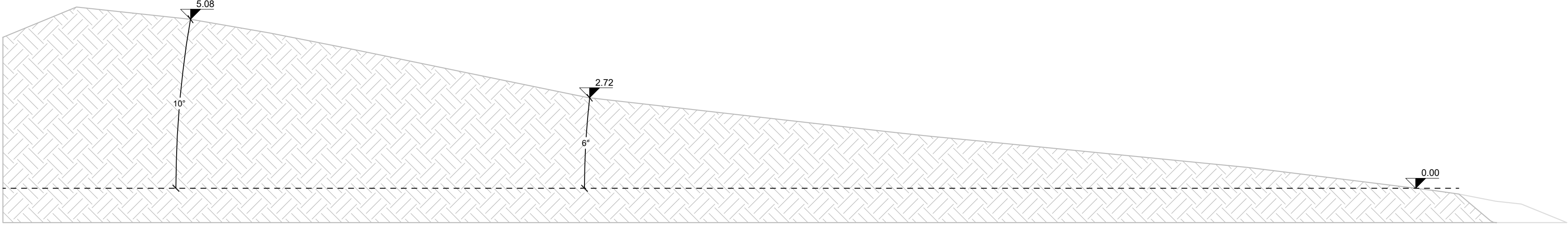
Latitudine e Longitudine dell'area in esame



VIA BERLINGUER 10\1 LOCALITA' RIALE
COMUNE DI ZOLA PREDOSA (BO)
SEZIONE DEL VERSANTE IN ESAME



Sezione AA - 1:100



Sezione BB - 1:100

COMUNE DI ZOLA PREDOSA - LOCALITA' RIALE
VIA BERLINGUER 10/1
PIANO URBANISTICO
PLANIMETRIA GENERALE



AREE	
AREA INSEDIABILE	2162 mq
AREA D'AMBITO TOTALE	14497 mq
AREA VERDE	10829 mq
AREA ECOLOGICA	1578 mq
AREA LORDA PER PIANO PER EDIFICIO	182 mq

	perimetro ambito selezionato
	area insediabile
	verde pubblico
	area per insediamento dotazioni ecologico ambientali