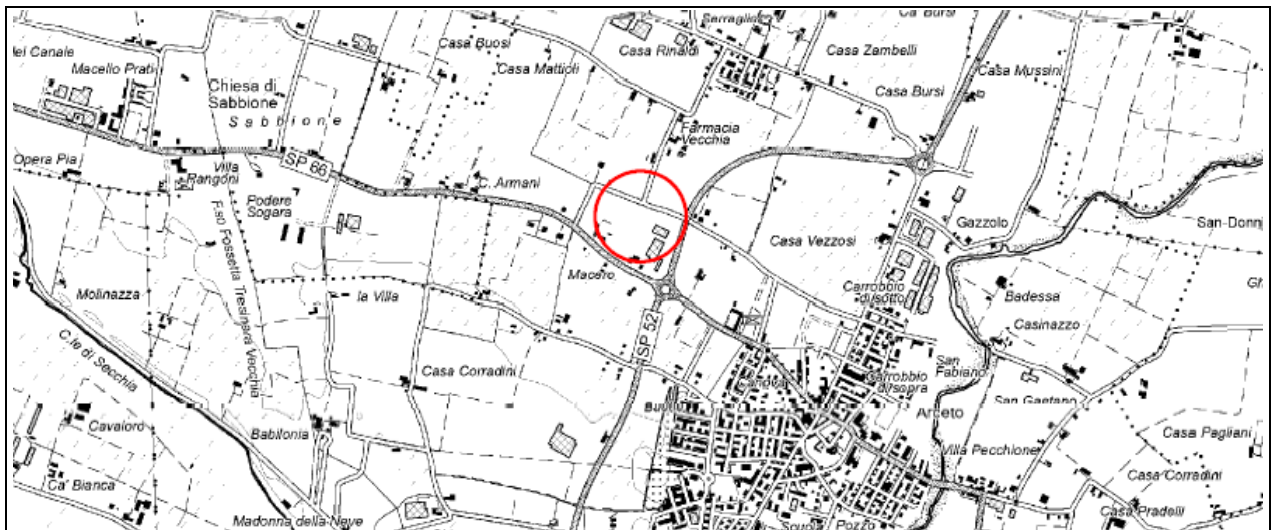


**COMUNE DI SCANDIANO**  
PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

**VARIANTE URBANISTICA DI UN'AREA**  
**DESTINATA AD INSEDIAMENTI ARTIGIANALI**

COMMITTENTE: SVILUPPO IMMOBILIARE S.R.L.

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**



TECNICI:

**DOTT. GEOL. ALESSANDRO MACCAFERRI**



**DOTT. GEOL. RINO GUADAGNINI**



**MAGGIO 2018**

**DOTT. RINO GUADAGNINI**  
**- GEOLOGO**

**DOTT. ALESSANDRO MACCAFERRI**  
**- GEOLOGO**

**Studio:**

V.le Caduti in Guerra 1  
41100 Modena  
Tel: 059-226540 - Fax: 059-4398943  
Cell. 335-7053511 - E-mail: maccafe@tin.it

Modena 18/05/2018

## RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

**PROGETTO:** Variante Urbanistica per un'area da destinare a insediamenti artigianali

**REGIONE:** Emilia Romagna

**PROVINCIA:** Reggio Emilia

**COMUNE:** Scandiano

**LOCALITÀ:** Arceto

**COMMITTENTE:** Sviluppo Immobiliare S.r.l.

**RIFERIMENTI NORMATIVI:** Circolare Regionale n° 1288 del 11.02.1983; D.M. 11.03.1988; Circolare LL.PP. 24.09.1988 n°30483; D.M. 14.01.2008; Delibera Regionale n° 1677 del 24.10.2005 – Del. Ass. Lgs. 112/2007 – L.R. 19/2008 – L.R. 16/2012 – DGR 2193/2015 – PTCP Provincia di Reggio Emilia - PSC Comune di Scandiano

**RELAZIONE REDATTA AD USO:** Approvazione Variante

## **. Premessa**

Su incarico della committenza, Sviluppo Immobiliare S.r.l., si è provveduto alla stesura della presente Relazione geologica-geotecnica e sismica, inerente la Variante Urbanistica, riguardante un'area, sulla quale sono previsti futuri interventi artigianali.

L'area è ubicata nei pressi della località di Arceto, nel comune di Scandiano(Re).

Il presente studio è stato condotto nel rispetto delle normative vigenti in materia, con particolare riferimento a quanto dettato dalla DAL 112/2007 della RER, come modificata dalla Delibera GR 2193/2015 della RER, nonché facendo riferimento alle norme del PTCP della Provincia di Reggio Emilia e del PSC del Comune di Scandiano, con riferimento specifico agli aspetti sismici, riguardanti gli strumenti di pianificazione, come nel caso della Variante in esame.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni presenti nell'area interessata dalla Variante di cui all'oggetto, si sono eseguite n. 2 prove penetrometriche statiche CPT, spinte sino alla profondità massima di 14,20, nella P1, profondità alla quale si è rinvenuta una prima lente di ghiaia molto addensata che non ha permesso oltre l'avanzamento; la prova P2 si è arrestata a 12,20 m di profondità.

Le prove eseguite sono poi state confrontate con altre prove eseguite nelle aree adiacenti, già costruite, rilevando una sostanziale omogeneità della situazione geologica.

Per la classificazione sismica dell'area in oggetto si è invece fatto riferimento ad una indagine MASW, eseguita sull'area adiacente, proprio in riferimento alla omogeneità della situazione geologica, potendo pertanto ritenere i risultati ottenuti del tutto validi anche per l'area in esame.

I risultati ottenuti dalle prove penetrometriche CPT e dall'indagine sismica MASW, hanno permesso, tenendo conto delle indicazioni della DGR 2193/2015 della Regione Emilia Romagna, di definire i fattori di amplificazione dell'area in esame e di ottenere i dati per la Microzonazione sismica, che portasse alla individuazione di eventuali porzioni dell'ambito, a diverso rischio sismico.

Si sono inoltre presi in considerazione gli aspetti idraulici dell'area in esame, in riferimento a quanto stabilito dalla DGR 1300/2016, per la riduzione del rischio idraulico. Nelle aree urbanizzabili, come l'area in esame, si accompagna lo studio con un idoneo approfondimento delle condizioni idrauliche, volto a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le eventuali criticità rilevate. Si dovranno assumere in fase esecutiva tutta una serie di accorgimenti, da verificarsi con un apposito studio idraulico, una volta noti i progetti, al fine di mitigare il rischio.

## **1. Inquadramento geografico**

L'area esaminata oggetto della Variante urbanistica si estende, nel comune di Scandiano (Re), più precisamente ubicata nei pressi della località di Arceto, nella parte nordovest, del centro abitato, vicino alla S.P. Due Maestà; trattasi di una zona di alta pianura reggiana, attualmente agricola, posta ad una quota media circa compresa tra 71-72 metri sul livello del mare.

Da un punto di vista cartografico è compresa nella Tavola della C.T.R. alla scala 1:25.000 n. 201SOE, denominata "Rubiera" (Allegato 1) e nell'Elemento, sempre della C.T.R., in scala 1:5.000 n. 201131 denominato "Cacciola" (Allegato 2).

In allegato 11 si riporta la planimetria catastale dell'area in esame, ove sono ubicate anche le indagini sismiche prese a riferimento, oltre a quelle eseguite.

## 2. Inquadramento geologico

L'area di studio appartiene all'alta pianura reggiana, collocandosi da un punto di vista geologico nella parte centro-meridionale del grande bacino subsidente Plio-quadernario Padano.

In particolare si colloca in quella zona caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali riferibili al fiume Secchia e ai corsi minori tra i quali, il più importante localmente, risulta essere il Torrente Tresinaro, che scorre poco a ovest dell'area.

Tali depositi, riferibili all'Unità di Pianura Alluvionale, sono litologicamente rappresentati prevalentemente da sequenze monotone di limi e argille, con intercalati strati più grossolani, costituiti da ghiaie e sabbie, sedi di acquiferi modesti sia verticalmente che arealmente.

L'Unità di Pianura Alluvionale nel suo complesso è il prodotto della sedimentazione prevalentemente verticale dovuta a processi di tracimazione dei corsi d'acqua sinuosi (l'andamento rettilineo attuale di alcuni dei torrenti è dovuto ad opere antropiche che iniziate nel territorio in esame già a partire dell'Età Romana), che si sviluppano a valle dei corsi braided caratteristici delle conoidi pedemontane.

Come si evidenzia nella Carta geologica in allegato 3, nell'area sono presenti terreni riferibili all'unità del Subsistema di Ravenna (AES8), costituiti da limi argillosi e argille limose, dei torrenti minori, con intercalate lenti di ghiaia e ghiaia sabbiosa, di età riferibile all'Olocene ( 11.000-8.000 anni fa); nelle zone a ridosso del corso d'acqua si rilevano terreni riferibili all'unità dei depositi alluvionali in evoluzione, costituiti da ghiaie, talora embricate, sabbie e limi argillosi, attualmente soggette a variazioni dovute alla dinamica fluviale.

Risulta un detrito generalmente incoerente costituito da clasti eterometrici ed eterogenei, talora arrotondati in matrice sabbiosa.

Come tutti i terreni alluvionali, questi sono caratterizzati da una notevole variabilità areale e verticale, dato che la granulometria degli apporti è condizionata dall'energia dell'acqua e dalle frequenti divagazioni del torrente sui suoi stessi depositi; ne risulta tutta una serie di banchi e lenti irregolari di ghiaie, sabbie, limi argillosi, strettamente compenetrati ed interdigitati, in cui i materiali più grossolani si trovano più abbondanti per sfumare gradualmente in quelli più fini, man mano che si procede verso Nord.

La deposizione di questi sedimenti avviene generalmente in zone con basse differenze di quota e quindi con un deflusso superficiale lento e meccanismi deposizionali di bassa energia, come infatti è testimoniato dalla litologia superficiale generalmente marcatamente argillosa.

Vi è da notare che i terreni prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi corrispondono in generale alle zone topograficamente più rilevate e rappresentano paleovalle del fiume Secchia o di altri corsi minori, il torrente Tresinaro nella fattispecie delle adiacenze del territorio indagato in questo studio.

Lo spessore dei materiali alluvionali è compreso tra i 80-100 m, in corrispondenza circa del centro abitato di Scandiano, tendente a diminuire man mano che si procede verso Sud.

Questi terreni appoggiano su di un substrato, affiorante a Sud verso il margine collinare, costituito da formazioni marine impermeabili di natura argillosa di età Plio-pleistocenica media, le quali per motivi strutturali vengono rapidamente ribassate a Nord e ricoperte appunto dalle alluvioni della conoide fluviale. Stratigraficamente ritroviamo la base delle formazioni marine plio-pleistoceniche a circa 2000-3000 m di profondità.

Dunque, da un punto di vista litostratigrafico si hanno terreni di età pleistocenica e olocenica, riferibili a diversi ambienti deposizionali, sia di alta energia, sia di bassa energia sotto forma di lenti e bancate di spessore ed estensione variabile.

L'indagine geognostica condotta, unitamente all'analisi delle stratigrafie di pozzi per acqua presenti nella zona in esame permette di definire una litologie superficiale prevalentemente fine, costituita da terreni limosi variamente argillosi; al di sotto, circa a profondità comprese tra i 12/14 m si rilevano terreni più

grossolani costituiti da ghiaie, presenti fino ad almeno 20 m, che talora possono contenere a loro volta livelli più fini, riconducibili a episodi deposizionali del torrente Tresinaro.

Come accennato in precedenza, l'area si colloca nell'alta pianura reggiana caratteristica di questo settore del margine appenninico, posta generalmente ad una quota media compresa tra di circa 72 m s.l.m.

Da un punto di vista morfologico (Allegato 4) si inserisce all'interno di un contesto oramai modificato esclusivamente dall'intervento antropico, in una zona ove si può prevedere uno sviluppo dell'intervento in progetto senza particolari problemi.

In generale la zona in esame appartiene al bacino del fiume Secchia, nel quale il torrente Tresinaro confluisce poco più a nord verso Rubiera; la rete drenante superficiale è rappresentata da corpi idrici naturali fortemente antropizzati ed artificiali che, complessivamente, creano buone condizioni di deflusso delle acque di scorrimento.

Nell'area in esame il drenaggio superficiale è assicurato dalla presenza della rete fognaria urbana e più in generale, al di fuori del centro urbano, dal sistema dei fossi presenti; si rilevano complessivamente buone condizioni di deflusso delle acque superficiali, in relazione anche alla litologia dei terreni affioranti. Nella zona d'intervento non si sono riscontrati problemi di ristagno idrico delle acque di precipitazione, non rilevando forme depresse o chiuse che rendono difficoltoso il drenaggio superficiale, che potrebbero provocare un peggioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni presenti.

In relazione alle condizioni fisiche dei corsi d'acqua presenti, che scorrono nelle vicinanze dell'area, con i propri letti inalveati rispetto al piano campagna circostante, si ritiene non sussistano rischi di esondazione per l'area in esame.

Dal punto di vista idrogeologico, la zona in studio è caratterizzata da una falda freatica disposta in generale a profondità modesta dal piano di campagna, grosso modo sui 2/4 metri.

Tale falda, così detta libera, è caratterizzata da bassi valori di trasmissività, da una variabilità del proprio livello in stretta relazione con gli apporti meteorici e con la rete di canalizzazione, essendo alimentata prevalentemente per infiltrazione superficiale.

Trova oggi scarsa utilizzazione, viene captata con pozzi tradizionali e le sue acque vengono prevalentemente utilizzate per innaffiare orti e giardini o per rifornire modesti impianti di irrigazioni, raramente per abbeverare il bestiame, in nessun caso si fa uso idropotabile.

Nello specifico dell'area in esame si è misurata la profondità della falda nei fori delle prove penetrometriche, risultato pari a circa 2,20 m dal piano campagna. Non si esclude che in periodi particolarmente piovosi tale livello possa risalire ulteriormente fino ad interagire con le fondazioni dei futuri fabbricati in progetto.

In ogni caso, dato le caratteristiche litologiche-stratigrafiche prima descritte, si esclude che detta falda freatica possa risultare in comunicazione diretta con le sottostanti falde acquifere profonde; tale falda trova oggi, come detto, scarsa utilizzazione in relazione alla sua pessima qualità, sia dal punto di vista biologico che chimico, essendo usata più che altro per innaffiare orti e giardini e comunque in nessun caso si fa uso idropotabile.

### 3. Descrizione del progetto

Il progetto previsto per l'area in esame rappresenta la Variante Urbanistica, per la previsione di futuri interventi di tipo artigianale, che già sono presenti in un intorno dell'area stessa.

L'area si colloca nei pressi della Strada Due Maestà, nella zona nordovest del centro abitato di Arceto, nel comune di Scandiano (Re) ed è attualmente utilizzata a prato.

L'area è ubicata in una zona già in parte artigianale, di cerniera con la zona agricola adiacente, per la quale non si riscontrano problematiche particolari.

In allegato 11 si riporta la planimetria catastale della zona in esame con individuazione dell'ambito in oggetto, e relativa ubicazione delle indagini geognostiche eseguite.

### 4. Indagini geognostiche

#### Prove penetrometriche CPT

In data 17 maggio 2018 si è provveduto ad eseguire un'indagine geognostica sull'area in oggetto, al fine di valutare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni che saranno interessati dagli interventi in progetto.

L'indagine è stata sviluppata mediante l'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche statiche CPT, spinte sino alla profondità massima di 14,20 m dall'attuale piano campagna, profondità alla quale si è rinvenuto un primo strato di ghiaia, che non ha permesso oltre l'avanzamento.

L'ubicazione delle prove eseguite compare nella planimetria riportata in allegato 11, mentre i diagrammi penetrometrici sono riportati in allegato 12.

Le prove sono state eseguite in sito utilizzando un penetrometro statico Pagani da 10 tonnellate, montato su carrello cingolato, impiegando per la perforazione una punta "Friction Jacket Cone" avente un'area di 10 cm<sup>2</sup> e un angolo alla punta di 60 gradi.

I dati acquisiti attraverso una cella estensimetrica di carico hanno permesso di determinare ogni 20 cm d'avanzamento della punta, i valori, calcolati mediante elaborazione automatica, della resistenza penetrometrica alla punta (Rp), espressi in Kg/ cm<sup>2</sup>, i valori della resistenza laterale locale (Rl), sempre espressi in Kg/ cm<sup>2</sup>, nonché i valori della resistenza laterale totale (punta + manicotto), sempre in Kg/cm<sup>2</sup>.

Nel diagramma penetrometrico, sempre in allegato al presente studio, sono state riportate, per semplicità di lettura, mediante plotter interfacciato con l'elaboratore, solamente due curve e precisamente:

- a sinistra, la curva della resistenza penetrometrica alla punta (Rp: pressione di rottura del terreno), espressa in Kg/ cm<sup>2</sup>;
- a destra, la curva del rapporto tra la resistenza alla punta e la resistenza laterale (Rl espressa in Kg/cm<sup>2</sup>).

L'elaborazione dei valori di resistenza all'infissione caratteristici dei vari livelli del sottosuolo, fornisce utili informazioni per il riconoscimento di massima della litologia dei terreni attraversati, sulla base del rapporto Rp/Rl (qc/fs) fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale (Rapporto di Begemann 1965 – Raccomandazioni AGI) ovvero sulla base dei valori di Rp e del rapporto  $Fr=Rl/Rp\%$  (Schemertmann 1878).

Analogamente i dati geognostici raccolti sono stati elaborati suddividendo il terreno in strati omogenei per caratteristiche litologiche e geotecniche, determinando per ognuno i valori medi dei principali parametri geotecnici, ottenuti mediante ormai note correlazioni empiriche, il tutto come riportato di seguito.

### Modello geologico

Da un punto di vista stratigrafico le prove eseguite, evidenziano la presenza di una copertura di terreni fini e medio-fini, limi argillosi e argille limose, continua fino ai 12/14 metri di profondità, oltre la quale compare il primo strato di ghiaie molto addensate.

La successione stratigrafica nel dettaglio è la seguente.

### Unità A da 0 m a 6/9 m

La prima unità è costituita da terreni fini e medio-fini, formati da argille limose debolmente sabbiose, a buona consistenza e compattezza.

### Unità B da 6/9 m

La seconda unità è costituita da terreni grossolani, formati da ghiaie e ghiaie sabbiose, ad elevato addensamento.

### Situazione idrogeologica locale

I terreni riscontrati all'interno dell'area in esame, dal punto di vista idrogeologico, sono classificabili come depositi da poco permeabili a mediamente impermeabili. Nell'area in esame si riscontra una falda freatica superficiale, contenuta nei livelli grossolani, la cui profondità, misurata nei fori delle prove penetrometriche, risulta pari a 2,20 m dal piano campagna attuale.

### Modello geotecnico

Da un punto di vista geotecnico le prove effettuate hanno evidenziato la presenza di terreni con discrete caratteristiche di resistenza, mostrando una buona omogeneità sia sull'area che per tutto lo spessore indagato; in generale si rileva uno strato più superficiale, argillo limoso, fino a circa 4/5 m di profondità, caratterizzato da valori medi di resistenza, che si attestano sui 9-10 Kg/cm<sup>q</sup>; al di sotto e fino a circa 9/10 m si rileva un livello, leggermente più grossolano, limo argilloso, in corrispondenza del quale i valori di resistenza rimangono pressoché costanti, con valori sempre di 9/10 Kg/cm<sup>q</sup>. A circa 9/10 m, come visto nel modello geologico, si rileva un primo livello di ghiaia, a elevata resistenza, con R<sub>p</sub> di 80-100 Kg/cm<sup>q</sup>

I dati relativi alle prove eseguite sono stati, in via preliminare, elaborati, suddividendo il terreno in strati omogenei per caratteristiche litologiche e geotecniche, determinando per ognuno i valori minimi, medi e massimi dei principali parametri geotecnici. I valori ottenuti sono riportati nelle seguenti tabelle:

**Prova P1**

Strato	Prof.	Rpm	Cu	C'	φ	Mo	γ	Dr	v	w	Tipo
1	0,60 – 4,60	10	0,52	0,11	19	41,34	1,9	/	0,45	1,5	Argille limose
2	4,60 – 10,80	9	0,46	0,08	21	38,58	1,9	/	0,45	1,5	Limi argillosi
3	10,80 – 14,20	102	/	/	39	220	2,2	75	0,3	10	Ghiaie

**Prova P2**

Strato	Prof.	Rpm	Cu	C'	$\phi$	Mo	$\gamma$	Dr	v	w	Tipo
1	0,60 – 5,20	9	0,50	0,10	19	38,58	1,9	/	0,45	1,5	Argille limose
2	5,20 – 9,00	10	0,52	0,11	21	41,06	1,9	/	0,45	1,5	Limi argillosi
3	9,00 – 12,20	85	/	/	39	180	2,2	72	0,32	8	Ghiaie

Dove:

Strato:	Numero progressivo strato	$\phi$ :	Angolo di resistenza al taglio (°)
Prof:	Profondità base strato (m)	Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Rpm:	Resistenza alla punta media (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma$ :	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	w:	Coefficiente di Winkler (Kg/cm <sup>3</sup> )
C':	Coesione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	v:	Coefficiente di Poisson
Dr:	Densità relativa (%)	Tipo:	Litologia prevalente strato

## 5. Classificazione sismica

L'Emilia-Romagna è interessata da una sismicità che può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS). La porzione della prima collina reggiana in cui ricade l'area in esame risulta caratterizzata da un'attività tettonica attiva, dovuta alla presenza nel sottosuolo di strutture geodinamiche note in bibliografia con il nome di dorsale ferrarese, caratterizzate da tutta una serie di pieghe e faglie, che hanno determinato il notevole innalzamento dei depositi marini e che interessano tutta la zona della bassa reggiana, responsabili tra l'altro dei terremoti del 20 e 29 maggio 2012, che hanno interessato proprio tali zone e la vicina provincia di Modena.

Nella zona in esame, vi sono poi altre zone attive dal punto di vista tettonico, basti pensare alle zone che si collocano a ridosso del margine appenninico, come l'area in esame, zone nelle quali si riconoscono faglie attive con blocchi in movimento relativo tra di loro, la catena appenninica in sollevamento e l'alta pianura in abbassamento, che hanno provocato lesioni allineate secondo l'andamento delle fratture.

Tutto ciò a dimostrare come la zona in esame sia caratterizzata da movimenti tettonici marcati, che scaricano gradualmente l'energia accumulata nel terreno, che possono originare fenomeni sismici frequenti ancorché di modesta entità.

A tale proposito l'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha stabilito la nuova classificazione sismica di tutto il territorio nazionale, e disciplinato la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni. Il sito di costruzione ed i terreni in esso presenti dovranno in generale essere esenti da rischi di instabilità di pendii e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto.

Con l'entrata in vigore, il 23 ottobre 2005, delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.09.2005, le cui norme tecniche includono tra le referenze tecniche essenziali anche l'Ordinanza n. 3274/2003 e s.m.i., è diventata obbligatoria la progettazione antisismica per tutto il territorio nazionale, facendo riferimento alle zone sismiche di cui alla OPCM 3274/2003. Ai fini dell'applicazione di queste



norme, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone sismiche, a ciascuna delle quali è assegnato un intervallo di valori dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni; in particolare, per la determinazione delle azioni sismiche, risulta assegnato un valore ( $a_g / g$ ), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, diverso per ogni zona sismica; il Comune di Scandiano ricade nella zona 3 (Allegato 5) a sismicità bassa, a cui è associato un valore della massima accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a  $a_g = 0,15g$ .

I valori di  $a_g$ , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

Zona	Valore di $a_g$
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Ai fini della progettazione esecutiva dei futuri interventi, con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, come recentemente aggiornato dal D.M. 17/01/2018, la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Secondo l'approccio "zona dipendente", adottato dalla precedenti normative nazionali in campo antisismico, l'accelerazione di base  $a_g$ , senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, era direttamente derivante dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, come confermato da quello del 2018, la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica. Pertanto, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento, riportato nella tabella 1 nell'allegato B del D.M. del 2008.

Tale griglia è costituita da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convenzioni analoghe vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Per ciascuno dei nodi della griglia vengono forniti, per 9 valori del periodo di ritorno (da 30 anni a 2.475 anni), i valori dei parametri di pericolosità sismica, utili per la progettazione e cioè i valori di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima del terreno espressa in  $g/10$ ),  $F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale adimensionale) e  $T^*c$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica, una volta definito per l'intervento in progetto, ai sensi sempre delle NTC2008, il tipo e la classe (ad esempio, per i fabbricati in progetto per l'area in esame, tipo 2 e classe II). Secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, è possibile il calcolo dei suddetti parametri spettrali (per uno dei tempi di ritorno forniti) tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che comprendono il sito in esame, per i quattro stati limite previsti dalle norme *S.L.O.*, *S.L.D.*, *S.L.V.* e *S.L.C.*.

Inoltre allo scopo di valutare l'amplificazione lito-stratigrafica dell'azione sismica di progetto, intesa come l'azione generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche, deve essere classificato il terreno di fondazione, nelle seguenti categorie individuate dalle NTC 2008, come aggiornate dalla recente entrata in vigore delle nuove norme, di cui al D.M. 17/01/2018.

Il sito viene classificato sulla base di  $V_{s30}$  se disponibile, altrimenti sulla base del valore di  $N_{spt}$ , per terreni prevalentemente granulari, ovvero sulla base della  $c_u$ , per i terreni prevalentemente coesivi, nelle seguenti categorie di suolo:

A -	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B -	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$ nei terreni a grana grossa, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
C -	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensate, o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < c_u < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
D -	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s (ovvero $N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa, $c_u < 70$ kPa nei terreni a grana fine).
E -	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente, simili a quelli dei tipi C o D con profondità del substrato non superiore ai 30 metri.

Le NTC2018, rispetto a quelle del 2008, hanno eliminato le due categorie speciali che erano individuate con le lettere S1 e S2, per le quali veniva richiesto uno studio di risposta sismica locale.

Nelle definizioni precedenti  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

### Indagine sismica MASW

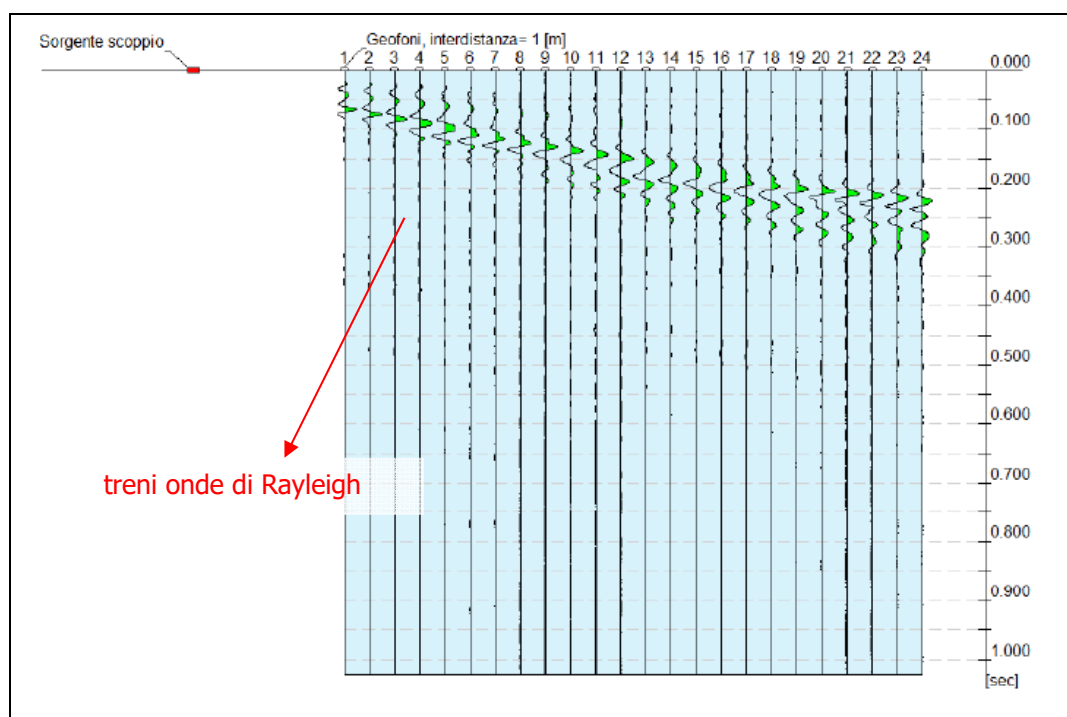
Per la classificazione sismica dei terreni in esame si è fatto riferimento ad una specifica indagine MASW, eseguita sull'area adiacente a quella in esame, per la quale, considerata l'omogeneità della situazione geologica, si possono ritenere del tutto validi i risultati.

L'indagine geofisica, tramite stendimento MASW, sull'area a fianco di quella in oggetto è ubicata come da allegato 11.

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali ( $V_s$ ) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza.



*Sismogramma*

Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento. Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare

le equivalenti velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume ( $V_p$ ). Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito.

Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi.

In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni, con spaziatura tra i geofoni di 2 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2,5 e a 10 metri dal primo e dall'ultimo geofono.

Per ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei sismogrammi sono stati sommati più tiri. Il sito di indagine è collocato in area periurbana, ove, a parte la strada, non si rilevano particolari fonti di rumore antropico in grado di interferire con il segnale sismico.

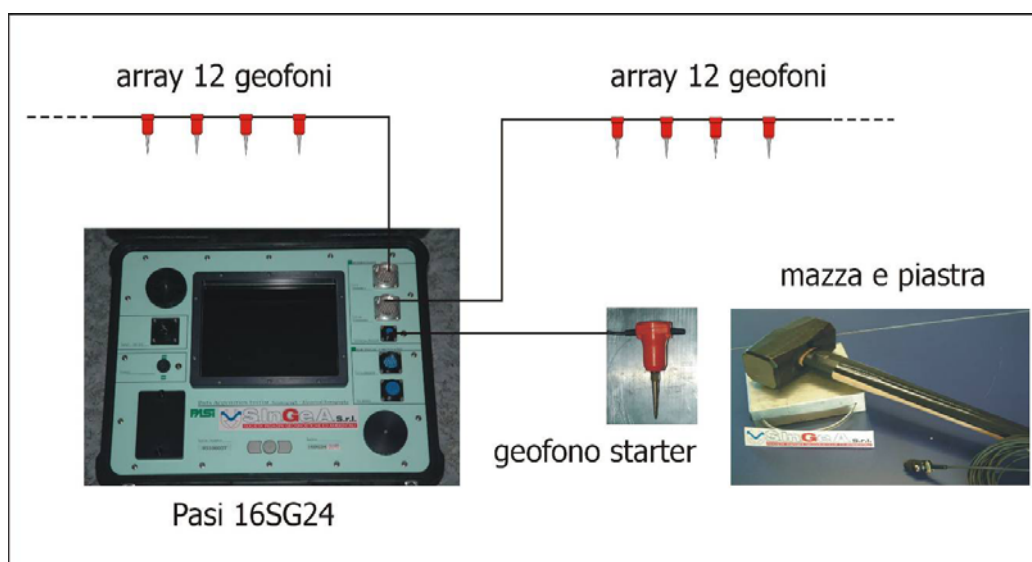
### **Strumentazione**

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un simografo multicanale "PASI 16SG24", dotato di 24 geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtri delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.



*“PASI 16SG24” con due stringhe da 12 geofoni*

### **Elaborazione**

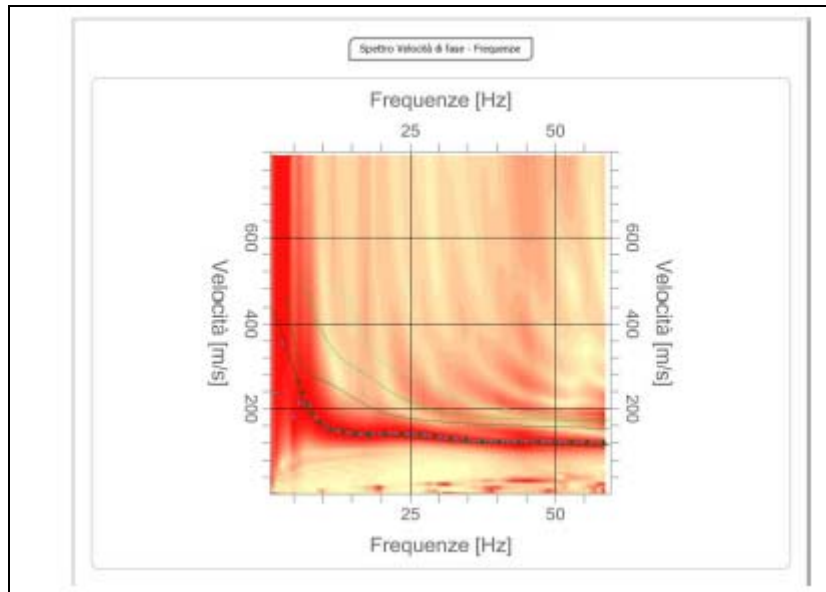
L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*SurfSeis 2 – Kansas Geological Survey*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il “rumore” ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il sismogramma nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtri “passa basso”, “passa alto”, “passa banda”, “taglia banda”, il “muting”, l'ACG e i filtri tipo F-K (“fan cut”, “fun pass”, “horizontal e vertical cut”).

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.

Il diagramma permette di visualizzare anche l'intervallo di lunghezza d'onda acquisito e il rapporto segnale-disturbo, utile per valutare la qualità dei dati. Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente tramite metodo manuale o semi-automatico.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di un procedimento calcolo e un algoritmo di inversione (Xia et al. 1999a), che gestisce i parametri velocità di taglio ( $V_s$ ) e spessore degli strati.



*Curva di dispersione*

Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume ( $V_p$ ) che, assieme allo spessore dei sismostrati e relative  $V_s$ , possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello geofisico in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile (errore quadratico medio inferiore al 5-10%) la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata.

#### Determinazione della categoria del suolo di fondazione

L'analisi delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{s,30}$  per la sezione indagata.

Velocità onde $V_s$ da elaborazione MASW					$V_{s,30}$ calcolato	246.37	[m/s]
Strato	Base strato [m]	$h_i$ [m]	$V_{s,i}$ [m/s]	$h_i / V_{s,i}$ [s]	Errore strumentale	0.071	[%]
1	2.09	2.09	127.16	0.016436	$V_{s,30} - \text{Max}$	246.55	[m/s]
2	5.07	2.98	149.83	0.019889	$V_{s,30} - \text{Min}$	246.20	[m/s]
3	10.97	5.90	182.80	0.032276			
4	13.03	2.06	279.68	0.007366			
5	19.28	6.25	370.15	0.016885			
6	31.28	10.72	370.75	0.028914			

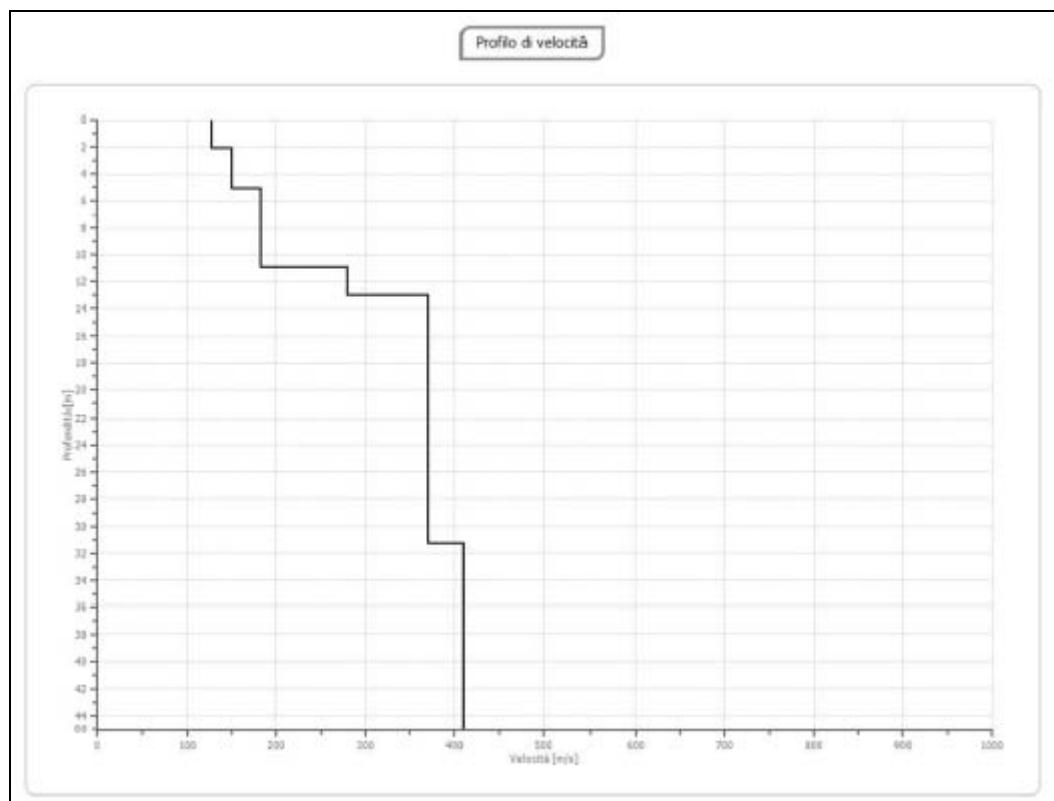


Diagramma Vs/profondità

L'indagine geofisica MASW eseguita, ha restituito un valore di  $V_{s30}$  pari a 246 m/sec, che identifica una categoria di fondazione C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensate, o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT} < 50$  nei terreni a grana grossa,  $70 < c_u < 250$  kPa nei terreni a grana fine).

Sulla base della categoria di suolo di appartenenza del terreno, le NTC2018 associano un coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$ , da applicare alle componenti orizzontali dell'azione sismica; viene inoltre definito un coefficiente  $CC$  che serve per il calcolo del periodo di controllo  $T_c$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico in accelerazione.

Poiché tale valore è riferito al bedrock, per definire il valore di  $a_g$  in superficie si calcola quindi il fattore  $S_s$ , caratteristico dell'area, che dipende dalla categoria di suolo di fondazione; essendo i terreni dell'area in esame in categoria B, avremo:

$$- S_s = 1.40 - (0.4 \times F_o \times a_g/g)$$

Viene inoltre definito un coefficiente  $C_c$ , che serve per il calcolo del periodo di controllo  $T_c$ , corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico in accelerazione; in particolare  $T_c$  è calcolato come prodotto di  $C_c$  per il periodo  $T^*c$ , ottenuto dallo studio di pericolosità sismici del sito specifico, come riportato nella tabella precedente.

Per suoli in categoria B il coefficiente  $C_c$  risulta pari a.

$$- C_c = 1.1 \times (T^*c) - 0.2.$$

Le NTC 2018 di cui al DM 17/01/2018 prevedono anche un coefficiente di amplificazione topografica che tiene conto della particolare ubicazione del sito, in relazione alla sua configurazione morfologica. Vengono previste 4 categorie topografiche, a seconda della configurazione geometrica del sito, alle quali è associato un coefficiente di amplificazione  $S_T$  che varia da 1 a 1.4, come riportato nella tabella seguente.

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>	<b>Fattore di amplificazione <math>S_T</math></b>
<b>T1</b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1
<b>T2</b>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Per quanto concerne la topografia del sito, siamo nella categoria T1, caratterizzata da una superficie debolmente inclinata con inclinazione media inferiore o uguale a  $15^\circ$ , alla quale è associata un valore del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  pari a 1; anche in riferimento alla DGR 2193/2015, non abbiamo effetti legati alla topografia, essendo l'area piana con inclinazione inferiore ai  $15^\circ$ .

## 6. Microzonazione sismica

L'operatività della classificazione sismica di tutto il territorio regionale, sia pure in via di prima applicazione, a far data dal 23 ottobre 2005, comporta significativi effetti per quanto riguarda i contenuti e le modalità di approvazione degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

L'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie).

Come previsto dalla L.R. 20/2000 e dalla successiva L.R. 19/2008, gli strumenti di pianificazione devono concorrere alla "prevenzione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione".

Pertanto anche gli strumenti di pianificazione a livello comunale devono aggiornarsi su tali aspetti, al fine di "valutare la compatibilità delle previsioni in essi contenute con l'obiettivo della riduzione del rischio sismico e con le esigenze di protezione civile, sulla base di analisi di pericolosità locale nonché di vulnerabilità ed esposizione urbana".

Con la Delibera della G.R. n. 1677/2005 la RER ha fornito le prime indicazioni in merito alle valutazioni della compatibilità delle previsioni urbanistiche con le condizioni di pericolosità locale.

Successivamente la RER ha approvato dall'Assemblea Legislativa il 02.05.2007 l'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico in merito agli studi di microzonazione sismica" (Delibera 112), nei quali si dettano i diversi approfondimenti sismici da farsi nelle varie fasi della pianificazione, successivamente aggiornata con la Delibera di Giunta regionale n° 2193/2015 della RER.

L'area oggetto del presente studio, posta nell'alta pianura reggiana nella porzione ovest del centro abitato di Arceto, è stata inserita all'interno della "Carta degli effetti attesi – Rischio sismico", come un'area soggetta



ad amplificazione stratigrafica (classe C) per caratteristiche litologiche, nel vigente PTCP della Provincia di Reggio Emilia, come riportato in allegato 6.

Pertanto facendo riferimento alla “Carta dei livelli di approfondimento – Rischio sismico” estratta sempre dal PTCP della Provincia di Reggio Emilia, riportata in allegato 7, per l’area in esame viene richiesto un approfondimento dello studio sismico del II livello, per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico. Si sono poi consultate le carte allegare al PSC del comune di Scandiano, nello specifico la “Carta delle aree suscettibili di effetti locali” (Allegato 8), che conferma come per l’area venga richiesto un’analisi semplificata del II livello, come anche confermato dalla “Carta dei livelli di approfondimento sismico”, sempre estratta dal PSC del comune di Scandiano, riportata nell’allegato 9. IN allegato 10 si riporta la “Carta delle Microzonazione sismica” estratta dal PSC, che conferma quanto ritrovato con le indagini eseguite, cioè la presenza di terreni con una  $V_s$  compresa tra 180 e 360 m/sec.

Le carte consultate escludono quindi per l’area in esame la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione per i terreni presenti, ricordando che, la verifica a liquefazione si deve fare nel caso in cui siano presenti, nel sottosuolo indagato, terreni granulari saturi (sabbie e sabbie limose) predisposti a tale fenomeno in caso di sisma.

Dalle indagini eseguite è emerso invece, che dal punto di vista litostratigrafico il sottosuolo dell’area in esame è costituito da terreni limosi e argillosi, prevalentemente coesivi, che in profondità passano a terreni ghiaiosi, non rilevando altresì livelli sabbiosi saturi predisposti al fenomeno della liquefazione. Pertanto da tale punto di vista si ritiene nullo il rischio di liquefazione.

Si è proceduto quindi alla valutazione dei fattori di amplificazione, facendo riferimento agli abachi della DGR 2193/2015.

### **Il Livello di approfondimento – Stima fattori di amplificazione**

Si è pertanto proceduto alla elaborazione dell’analisi della risposta sismica locale e microzonazione sismica per l’ambito in esame, tramite un’indagine in sito e successiva definizione dei coefficienti di amplificazione sismica, ottenuti impiegando gli abachi e le formule dell’Allegato A2 (A2.1.1) dell’aggiornamento degli indirizzi della RER, di cui alla DGR 2193/2015, che permettono di calcolare i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento. Questi fattori sono espressi sia in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA) sia di Intensità di Housner (SI) per prefissati intervalli di periodo, dove  $PGA_0$  e  $SI_0$  sono rispettivamente l’accelerazione orizzontale e l’intensità di Housner al suolo di riferimento, definiti per ogni comune, ricavabili dal data base regionale, e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e l’intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti esaminate.

L’esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie).

Per la classificazione del sito (modello geologico) è necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo dell’area indagata; come abbiamo precedentemente trattato, a tale proposito per l’ambito in esame si sono acquisiti tutti i dati e le analisi esistenti, comprensive sia di carte geologiche, geomorfologiche che di dati litostratigrafici, desunti da perforazioni di pozzi per acqua.

La raccolta dei dati ha avuto come finalità la determinazione di:

1) il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il bedrock o il bedrock-like, intendendo con questi termini l’eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrock like)

con velocità delle onde S nettamente maggiore dei livelli superiori (e generalmente con valori oltre i 500-700 m/s);

2) la velocità delle onde S negli strati di copertura.

Le prove penetrometriche eseguite sull'area in esame hanno permesso di individuare la presenza dominante di terreni fini e medio-fini, limo argillosi e argillo limosi, che ricoprono con spessori di circa 12/14 metri, la prima lente di ghiaia, dello spessore metrico.

In conformità a quanto previsto nell'Allegato 2 dell'Atto di indirizzi della RER di cui alla DGR 2193/2015, per calcolare i fattori di amplificazione (F.A.) richiesti nell'analisi semplificata del 2° livello, oltre alla determinazione della  $V_{s30}$ , si è definita la situazione litostratigrafica in cui si colloca l'ambito in esame, per l'utilizzo delle tabelle di riferimento.

Dall'elaborazione eseguita si evince come il *Bedrock* sismico (caratterizzato da velocità delle onde S maggiori o uguali a 800 m/s) non sia stato individuato all'interno dei primi 30 metri.

Il profilo di  $V_s$  è stato pertanto estrapolato in profondità fino a valori di  $V_s = 800$  m/s, come previsto dalla normativa vigente, mantenendo lo stesso gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale ottenuta dall'indagine sismica eseguita sull'area in esame.

L'estrapolazione dei valori di  $V_s$  in profondità ha permesso così di individuare la presenza del *Bedrock* sismico alla profondità compresa tra i 30 m indagati e 100 metri.

Dalle indagini eseguite alle quali si è fatto riferimento, nei primi 30 metri di profondità, il suolo di fondazione indagato appartiene da norma alla categoria C, avendo registrato valori di velocità delle onde di taglio  $V_s$  nei primi 30 metri pari a 246 m/sec, prendendo come riferimento l'indagine geofisica MASW, che risulta sicuramente la più attendibile.

Una volta noto il valore delle  $V_{s30}$ , si è proceduto con la determinazione dei fattori di amplificazione secondo la metodologia prima esposta, contenuta nell'Atto di indirizzi, che prevede diversi F.A. in funzione del valore di  $V_{s30}$  e della situazione litostratigrafica all'interno della quale ci si colloca, come riportato nelle tabelle in Allegato 2 all'Atto di indirizzi regionale.

Nell'allegato A2.1.1 della DGR 2193/2015 della RER, per la determinazione del fattore di Amplificazione (FA) si individuano tre diverse situazioni litostratigrafiche, denominate Appennino (zone collinari e montane), Pianura e costa adriatica e margine A e B.

Tali situazioni sono a loro volta scomposte in sotto zone, differenziate a seconda della profondità del substrato, correlabile al *bedrock* sismico e dalla tipologia dei sedimenti soprastanti, della presenza o meno del substrato rigido

A seconda che ci si ritrovi in una delle diverse situazioni si utilizzano differenti tabelle per il calcolo dei fattori di amplificazioni.

Facendo riferimento all'Atto di indirizzi della RER l'area in esame si colloca in:

- settore di Margine, in quanto settore di transizione tra la zona collinare e la pianura, caratterizzato da terreni prevalentemente fini sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie e ghiaie sabbiose); il substrato geologico è costituito generalmente da sabbie marine pleistoceniche o da argille plio-pleistoceniche.

A sua volta la situazione di Margine è suddivisa in due sotto settori Margine di tipo A e Margine di tipo B; l'area in esame si colloca nel margine di tipo A, caratterizzato da spessore dei terreni fini sovrastanti gli orizzonti grossolani inferiore ai 30 metri; gli strati grossolani sovrastano direttamente il substrato geologico, caratterizzata da  $V_s$  maggiori di 800 m/sec.

La valutazione eseguita ha permesso quindi di definire il settore di Margine A in cui ricade l'area in studio, necessario per l'applicazione delle tabelle e delle formule dell'Allegato A2.1.1. Noto, quindi, il valore della  $V_{s30}$  e noto l'ambito litostratigrafico di riferimento, si è desunto il relativo valore del fattore di

amplificazione FA, espresso sia in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA) sia in termini di Intensità di Housner (SI), per prefissati intervalli di periodo, corrispondente a  $0.1s < T_0 < 0.5s$ , a  $0.5s < T_0 < 1s$  e a  $0.5s < T_0 < 1.5s$ .

Si sono ottenuti i seguenti risultati:

	<b>Fattore di amplificazione</b>
PGA	1.9
SI <sub>1</sub> ( $0.1 < T_0 < 0.5$ )	2.1
SI <sub>2</sub> ( $0.5 < T_0 < 1$ )	3

Pertanto si può concludere affermando che l'approfondimento sismico eseguito per l'area in esame oggetto di variante urbanistica, ha evidenziato come l'area sia omogenea per quanto riguarda la risposta sismica locale e quindi in riferimento alla riduzione del rischio sismico.

Rimane comunque d'obbligo nella progettazione esecutiva dei singoli interventi edilizi eseguire le idonee verifiche in condizioni sia statiche, sia sismiche, ai sensi delle norme vigenti.

## **7. Considerazioni idrogeologiche**

Le indagini eseguite hanno evidenziato la presenza di una falda superficiale, che potrebbe risultare interferente con le porzioni interrato dei futuri edifici in progetto, come peraltro rilevato nelle indagini già eseguite, e pertanto si chiedeva di valutare tale aspetto già in questa fase di PP, in modo tale da non avere effetti negativi sulle fondazioni e sulla durabilità delle strutture.

Facendo riferimento alle prove penetrometriche eseguite sull'area, nelle quali all'interno del foro di prova, è stata misurata la profondità dell'acqua pari a 2,20 m dal p.d.c.

Dal punto di vista idrogeologico, quindi, la zona in studio è caratterizzata da una falda freatica disposta in generale a profondità modesta dal piano di campagna, grosso modo sui 2/4 metri.

Tale falda, così detta libera, è caratterizzata da bassi valori di trasmissività, da una variabilità del proprio livello in stretta relazione con gli apporti meteorici e con la rete di canalizzazione, essendo alimentata prevalentemente per infiltrazione superficiale.

Trova oggi scarsa utilizzazione, viene captata con pozzi tradizionali e le sue acque vengono prevalentemente utilizzate per innaffiare orti e giardini o per rifornire modesti impianti di irrigazioni, raramente per abbeverare il bestiame, in nessun caso si fa uso idropotabile.

In ogni caso, dato le caratteristiche litologiche-stratigrafiche prima descritte, si esclude che detta falda freatica possa risultare in comunicazione diretta con le sottostanti falde acquifere profonde; tale falda trova oggi, come detto, scarsa utilizzazione in relazione alla sua pessima qualità, sia dal punto di vista biologico che chimico, essendo usata più che altro per innaffiare orti e giardini e comunque in nessun caso si fa uso idropotabile. Tutto ciò considerato, sono da prevedersi possibili interferenze tra questa e le porzioni interrato dei futuri edifici e con i relativi scavi nella fase di cantiere, di cui tenere conto.

Infatti, in fase esecutiva, ed in relazione al periodo d'intervento, essendo strettamente legata agli eventi meteorici, si dovrà valutare la profondità della falda superficiale e quindi sue possibili interferenze con le strutture fondali dei futuri edifici in progetto e con le loro porzioni interrato.

Nella fase di cantiere si dovranno prevedere possibili sistemi di abbattimento temporaneo della falda stessa, e in riferimento ai futuri fabbricati, la presenza di sistemi di allontanamento delle acque di falda e l'utilizzo di materiali appositi.

Comunque valutando la tipologia della falda presente, estremamente limitata e contenuta in livelli lenticolari, si ritiene che la realizzazione dei piani interrati in progetto, non comporti problemi particolari, tenuto conto delle modeste portate e delle condizioni di isolamento che la falda stessa presenta rispetto alle falde più importanti poste a maggiori profondità.

E' ovvio che la presenza comunque di una falda così superficiale, dovrà comportare tutta una serie di accorgimenti costruttivi, tali per cui si vada a prevenire l'insorgere di controindicazioni particolari, sia nella fase di cantiere che a edifici ultimati.

Anche per quel che concerne gli aspetti di vulnerabilità, si ritiene che non vi siano problemi, in quanto le falde più profonde, più importanti da un punto di vista della produttività idrica, sono protette da interstrati fini limosi e argillosi a bassa permeabilità, nell'ordine di  $1 \times 10^{-7}$  cm/sec, e quindi garantiscono un'ottima protezione contro possibili fenomeni di infiltrazione di eventuali inquinanti.

## **8. Considerazioni idrauliche**

La Giunta della Regione Emilia-Romagna ha approvato, con Delibera 1300/2016 del 01/08/2016, le prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), introdotto dalla Direttiva europea 2007/60/CE recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, con particolare riguardo alla pianificazione di emergenza, territoriale e urbanistica, ai sensi dell'art. 58 dell'Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 dell'Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del "Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta)", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po, con deliberazione n. 5 del 17/12/2015.

Con riferimento al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), il territorio comunale di Scandiano ricade in due ambiti territoriali di pianura: nel Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP), costituito dall'asta del Fiume Po e dai suoi principali affluenti, e nel Reticolo Secondario di Pianura (RSP), costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica ed irrigui nella medio-bassa pianura padana.

Per quanto riguarda la pericolosità ed il rischio da alluvione con riferimento al RP di pianura, di cui due estratti cartografici sono riportati rispettivamente in Allegato 13 e Allegato 14, la zona in esame ricade in un'area "bianca", che non è interessata da alluvioni del reticolo idrografico principale di pianura. A tal proposito, nei dintorni dell'area in esame le uniche zone con probabilità di alluvione si individuano in corrispondenza del Torrente Tresinaro e nelle sue immediate vicinanze, ad una distanza di oltre 1 km in direzione est dall'area in esame, oltre il centro urbano di Arceto.

Per quanto riguarda la pericolosità da alluvione con riferimento al RSP, di cui un estratto cartografico è riportato in Allegato 15, la zona in esame ricade in area interessata da alluvione poco frequente classificata come area a pericolosità idraulica media (P2), con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni, nella quale, con riferimento al punto 5.2 della Delibera di GR 1300/2016, si devono applicare misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte e misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica.

La classificazione in zona P2 dell'area in esame e delle aree limitrofe per un intorno significativo, è presumibilmente dovuta ai numerosi fossi e canali di scolo (come il limitrofo Cavo Fellegara e relative ramificazioni) che si diramano nel territorio della pianura reggiana con direzione principale SSO-NNE e che contribuiscono a generare un moderato grado di pericolosità idraulica.

Si sottolinea che la perimetrazione delle aree potenzialmente allagabili riferite al Reticolo Secondario di Pianura è stata effettuata con riferimento agli scenari di alluvione frequente (P3) e poco frequente (P2) previsti dalla suddetta Direttiva. Il metodo di individuazione delle aree soggette ad alluvioni è stato di tipo prevalentemente storico-inventariale e si è basato sugli effetti di eventi avvenuti generalmente negli ultimi 20-30 anni, in quanto ritenuti maggiormente rappresentativi delle condizioni di pericolosità, connesse con l'attuale assetto del reticolo di bonifica e del territorio.

Stante le caratteristiche proprie del reticolo, nello scenario di alluvione poco frequente (P2), come per l'area in esame, l'involuppo delle aree potenzialmente allagabili, coincidente con gran parte dei settori di pianura dei bacini idrografici, ha carattere indicativo e necessita di ulteriori approfondimenti di tipo conoscitivo. Ne deriva che l'estensione delle aree interessate da alluvioni rare (P1) è ricompresa, di fatto, nello scenario P2.

Le alluvioni dovute ad esondazione del reticolo artificiale di bonifica, seppure caratterizzate da alta frequenza, presentano tiranti e velocità esigui che danno origine a condizioni di rischio medio (R2) e moderato/nullo (R1) e in casi limitati, prevalentemente situati in zone urbanizzate e insediate interessate da alluvioni frequenti, a condizioni di rischio elevato (R3).

A tal proposito, nella Mappa del rischio potenziale da alluvione con riferimento al RSP, realizzata sovrapponendo le classi di pericolosità di alluvioni alle classi di danno potenziale degli elementi esposti, di cui un estratto cartografico è riportato in Allegato 16, la zona in oggetto ricade in area classificata a Rischio moderato o nullo (R1), per il quale i danni economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

Nello specifico, al fine di rendere l'intervento compatibile con il livello di pericolosità individuato dal PGRA, si dovranno adottare dal punto di vista costruttivo una serie di accorgimenti, conformemente a quanto previsto al punto 5.2 lettera a. della DGR 1300/2016, tali per cui si potrà ritenere mitigato il rischio idraulico e contestualmente aumentate le condizioni di sicurezza delle persone, riducendo il danneggiamento dei beni e delle strutture.

Nelle aree urbanizzabili, come l'area in esame, si accompagna lo studio con un idoneo approfondimento delle condizioni idrauliche, volto a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate.

Si dovranno assumere in fase esecutiva tutta una serie di accorgimenti, da verificarsi con un apposito studio idraulico, una volta noti i progetti, al fine di mitigare il rischio, come di seguito riportato.

La quota minima del primo piano utile dei fabbricati (piano terra) che sorgeranno sull'area, dovrà essere posta all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità dei beni esposti ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione. Non si dovranno prevedere piani interrati o locali seminterrati.

Al fine di migliorare il deflusso delle acque di piena nel caso di allagamento del piano terra dei fabbricati, si dovranno prevedere più aperture, di cui almeno due poste sui fronti opposti degli edifici, evitando pericoli di accumulo al loro interno.

Il collegamento interno tra gli eventuali piani superiori degli edifici dovrà essere garantito mediante la creazione di almeno un vano scale, da ricavare in zona centrale all'edificio e con rampe di sufficiente larghezza, favorendo pertanto la fuga verso i piani superiori in caso di allagamento del piano terreno.

Gli impianti elettrici situati al piano terra dovranno essere posizionati sulle pareti ad una quota superiore rispetto al pavimento, con pendenza delle canalette tale da favorire una veloce asciugatura dell'impianto in caso di allagamento.

L'impianto igienico sanitario dovrà essere munito di valvole anti riflusso a monte del sifone che immette nel reticolo fognario.

I materiali che si utilizzeranno per la costruzione e il rivestimento del piano terra dovranno essere in grado di garantire una buona resistenza all'immersione ed una rapida asciugatura.

Si dovrà, inoltre, massimizzare l'utilizzo di superfici permeabili, al fine di facilitare l'infiltrazione superficiale. Tutte le misure di mitigazione sopra riportate, dovranno essere verificate in fase esecutiva, mediante appositi approfondimenti.

Alla luce di quanto suddetto, in relazione alle nuove disposizioni in materia di pericolosità idraulica introdotte dal PGRA, come riprese dalla Delibera di GR n° 1300 del 1/8/2016, si ritiene che l'assunzione in sede di progettazione degli accorgimenti suddetti possa mitigare il rischio da alluvione, garantendo la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità dell'area.

## **9. Fattibilità della Variante in esame**

L'area in esame risulta collocata nella parte ovest del centro abitato di Arceto, nel comune di Scandiano.

Nel comparto si prevede la realizzazione di insediamenti di tipo artigianale, del tutto simili a quelli esistenti nelle vicinanze; sono altresì previsti i servizi vari quali viabilità, parcheggi e verde pubblico.

Morfologicamente l'area in oggetto presenta quote medie del piano campagna comprese tra 71 e 72 m s.l.m., con pendenze prevalenti, pari a circa 2%, in direzione nord-nordest.

La morfologia piana e semplice dell'area è tale da permettere uno sviluppo edilizio senza particolari problemi; l'area si presenta del tutto stabile con terreni in posto per i quali non si ravvisano problematiche particolari.

Non si riscontrano problemi per quel che riguarda il drenaggio superficiale delle acque, sia per la pendenza dei terreni affioranti, sia per la mancanza di forme depresse o chiuse a deflusso difficoltoso.

Dal punto di vista litostratigrafico dai risultati delle prove penetrometriche eseguite, correlate con i dati delle prove vicine, si evince come il sottosuolo dell'area in esame sia costituito da terreni con resistenze sufficienti, caratterizzati da una litologia superficiale prevalentemente fine, argillosa e limosa, che a circa 12714 m passa a delle ghiaie.

Per quanto attiene l'idrogeologia le prove eseguite confermano nell'area la presenza di una falda superficiale posta a modesta profondità dal piano campagna, nello specifico pari a circa 2 metri; tale livello, considerato le sue escursioni stagionali, risulta interferente con le porzioni interrato dei futuri fabbricati. In ogni caso, dato le caratteristiche litologiche-stratigrafiche prima descritte, si esclude che detta falda freatica possa risultare in comunicazione diretta con le sottostanti falde acquifere profonde; tale falda trova oggi scarsa utilizzazione, in relazione alla sua pessima qualità, sia dal punto di vista biologico che chimico, venendo usata più che altro per innaffiare orti e giardini e comunque in nessun caso si fa uso idropotabile.

In ogni modo, in fase esecutiva ed in relazione al periodo d'intervento si dovrà valutare la profondità della falda superficiale e quindi le sue possibili interferenze con le strutture interrato dei futuri edifici in progetto, al fine di prevedere gli idonei accorgimenti.

Da un punto di vista geotecnico le prove effettuate hanno evidenziato la presenza di terreni con discrete caratteristiche di resistenza, mostrando una sostanziale omogeneità su tutta l'area indagata, e per tutto lo spessore indagato.

Sulla base delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni del primo sottosuolo, evidenziate dalle indagini geognostiche eseguite nell'area, e considerando la tipologia prevalente dei fabbricati previsti, si ritiene idonea l'adozione di fondazioni superficiali, anche se non si escludono, in casi particolari, altre soluzioni.

Come profondità di posa, si dovrà sempre oltrepassare il primo metro dal p.d.c. attuale considerando di fatto il superamento del terreno vegetale superficiale, nonché di quello che maggiormente risente delle variazioni stagionali di umidità e temperatura.

In fase esecutiva, ai sensi delle norme vigenti (D.M. 17/01/2018), dovranno essere eseguiti gli opportuni approfondimenti geognostici su ciascun lotto, una volta progettato il singolo intervento edilizio, al fine di verificare le condizioni geotecniche assunte nella presente relazione, e quindi acquisire per procedere con le verifiche necessarie.

Per quanto attiene gli aspetti sismici l'area risulta idonea, non rilevandosi rischi particolari; rimane comunque la progettazione sismica degli interventi ai sensi delle nuove NTC2018.

Si è verificato come l'area sia omogenea per quanto attenga la risposta sismica locale e i possibili effetti attesi.

Si sono inoltre presi in considerazione gli aspetti idraulici dell'area in esame, in riferimento a quanto stabilito dalla DGR 1300/2016, per la riduzione del rischio idraulico. Nelle aree urbanizzabili, come l'area in esame, si accompagna lo studio con un idoneo approfondimento delle condizioni idrauliche, volto a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate.

Si dovranno assumere in fase esecutiva tutta una serie di accorgimenti, da verificarsi con un apposito studio idraulico, una volta noti i progetti, al fine di mitigare il rischio.

Alla luce di quanto suddetto, in relazione alle nuove disposizioni in materia di pericolosità idraulica introdotte dal PGRA, come riprese dalla Delibera di GR n° 1300 del 1/8/2016, si ritiene che l'assunzione in sede di progettazione degli accorgimenti suddetti possa mitigare il rischio da alluvione, garantendo la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità dell'area.

In considerazione di tutto ciò possiamo dedurre che per quanto riguarda l'edificabilità dell'area in studio, non sussistono particolari problemi e questo sia dal punto di vista geologico, geotecnico, morfologico, idrogeologico, sismico e idraulico, potendo affermare pertanto la fattibilità degli interventi in progetto.

## **. Conclusioni**

La presente Relazione geologico-geotecnica e sismica è stata redatta in riferimento alla richiesta di Variante urbanistica, per un'area da destinarsi a futuri interventi di tipo artigianale, ubicata in località Arceto, nel comune di Scandiano (Re).

In relazione allo studio effettuato si può affermare come gli interventi proposti siano del tutto fattibili, avendo verificato la mancanza di controindicazioni, da un punto di vista geologico, idrologico, geotecnico e sismico.

Valutando contestualmente le caratteristiche geotecniche e morfologiche dei terreni presenti, unitamente alla tipologia dei fabbricati previsti, si ritiene di massima idonea l'adozione di fondazioni superficiali, pur non escludendo in casi particolari altre soluzioni.

Come profondità di posa, si dovrà sempre oltrepassare il primo metro dal p.d.c. attuale considerando di fatto il superamento del terreno agrario superficiale, nonché di quello che maggiormente risente delle variazioni stagionali di umidità e temperatura.

Il valore di portanza dei terreni di sottofondazione dovrà essere opportunamente verificato in fase esecutiva, una volta noti i carichi agenti, ai sensi delle norme vigenti; in fase esecutiva si dovrà inoltre procedere ad un idoneo approfondimento geognostico su ciascun lotto, una volta progettato il singolo l'intervento edilizio.

Dal punto di vista idrogeologico, le indagini eseguite hanno evidenziato la presenza di una falda superficiale, che in zona si attesta sui 2 m di profondità; tenuto conto di ciò non si escludono possibili interferenze tra questa e le porzioni interrato dei futuri edifici e quindi con i relativi scavi nella fase di cantiere. In ogni modo, in fase esecutiva ed in relazione al periodo d'intervento si dovrà valutare la profondità della falda superficiale e quindi sue possibili interferenze con le strutture interrato dei futuri edifici in progetto, al fine di prevedere gli idonei accorgimenti.

Da un punto di vista sismico il comune di Scandiano rientra in zona 3, quindi a bassa sismicità, alla quale fare riferimento nella progettazione esecutiva degli interventi edilizi; mediante apposita indagine geofisica si è determinata quale categoria di suolo di fondazione la categoria C.

Come previsto dalla DGR 2193/2015 si è eseguito per l'area in esame un'analisi semplificata del II livello di approfondimento, al fine della riduzione del rischio sismico.

In fase esecutiva si dovranno valutare i fattori di pericolosità sismica di base, oltre a quelli di amplificazione secondo quanto previsto dalle NTC2018.

Si sono inoltre presi in considerazione gli aspetti idraulici dell'area in esame, in riferimento a quanto stabilito dalla DGR 1300/2016, per la riduzione del rischio idraulico, delle aree urbanizzabili, come l'area in esame; si dovranno assumere in fase esecutiva tutta una serie di accorgimenti, da verificarsi con un apposito studio idraulico, una volta noti i progetti, al fine di mitigare il rischio, come riprese dalla Delibera di GR n° 1300 del 1/8/2016, garantendo la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità dell'area. Pertanto tutto ciò considerato si conferma la fattibilità della presente Variante Urbanistica, dell'area posta ad Arceto, nel comune di Scandiano (Re), ritenendo comunque necessario in fase esecutiva un ulteriore approfondimento dello studio qui eseguito sui singoli lotti d'intervento, secondo le specifiche delle norme vigenti, di cui al D.M. 17/01/2018, con particolare riferimento, oltre che agli aspetti geotecnici, agli aspetti sismici e idraulici, con puntuali verifiche, in riferimento alla esecuzione di nuove e puntuali indagini.

Modena 18/05/2018

I Tecnici

Dott. Geol. Rino Guadagnini



Dott. Geol. Alessandro Maccaferri





## ALLEGATI

**Allegato 1** – Inquadramento geografico

**Allegato 2** – Ubicazione area in oggetto

**Allegato 3** – Carta geologica - Regione Emilia Romagna

**Allegato 4** – Carta geomorfologica – Provincia di Reggio Emilia

**Allegato 5** – Carta della zonizzazione sismica - Regione Emilia Romagna

**Allegato 6** – Carta del rischio sismico – PTCP Provincia di Reggio Emilia

**Allegato 7** – Carta degli effetti sismici locali – PTCP Provincia di Reggio Emilia

**Allegato 8** – Carta delle aree suscettibili di effetti locali – PSC Comune di Scandiano

**Allegato 9** – Carta dei livelli di approfondimento sismico – PSC Comune di Scandiano

**Allegato 10** – Carta della Microzonazione sismica – PSC Comune di Scandiano

**Allegato 11** – Planimetria con ubicazione indagini geognostiche

**Allegato 12** – Prove penetrometriche statiche CPT

**Allegato 13** – Carta della pericolosità per RP – PGRA Autorità di Bacino Po

**Allegato 14** – Carta del rischio per RP – PGRA Autorità di Bacino Po


**Allegato 15** – Carta della pericolosità per RSP – PGRA Autorità di Bacino Po

**Allegato 16** – Carta del rischio per RSP – PGRA Autorità di Bacino Po

## **Inquadramento Geografico**

C.T.R. scala 1 : 25.000

Estratto Tavola 201SO "Rubiera"

 Ubicazione area in oggetto

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O


1



**Ubicazione area in studio**

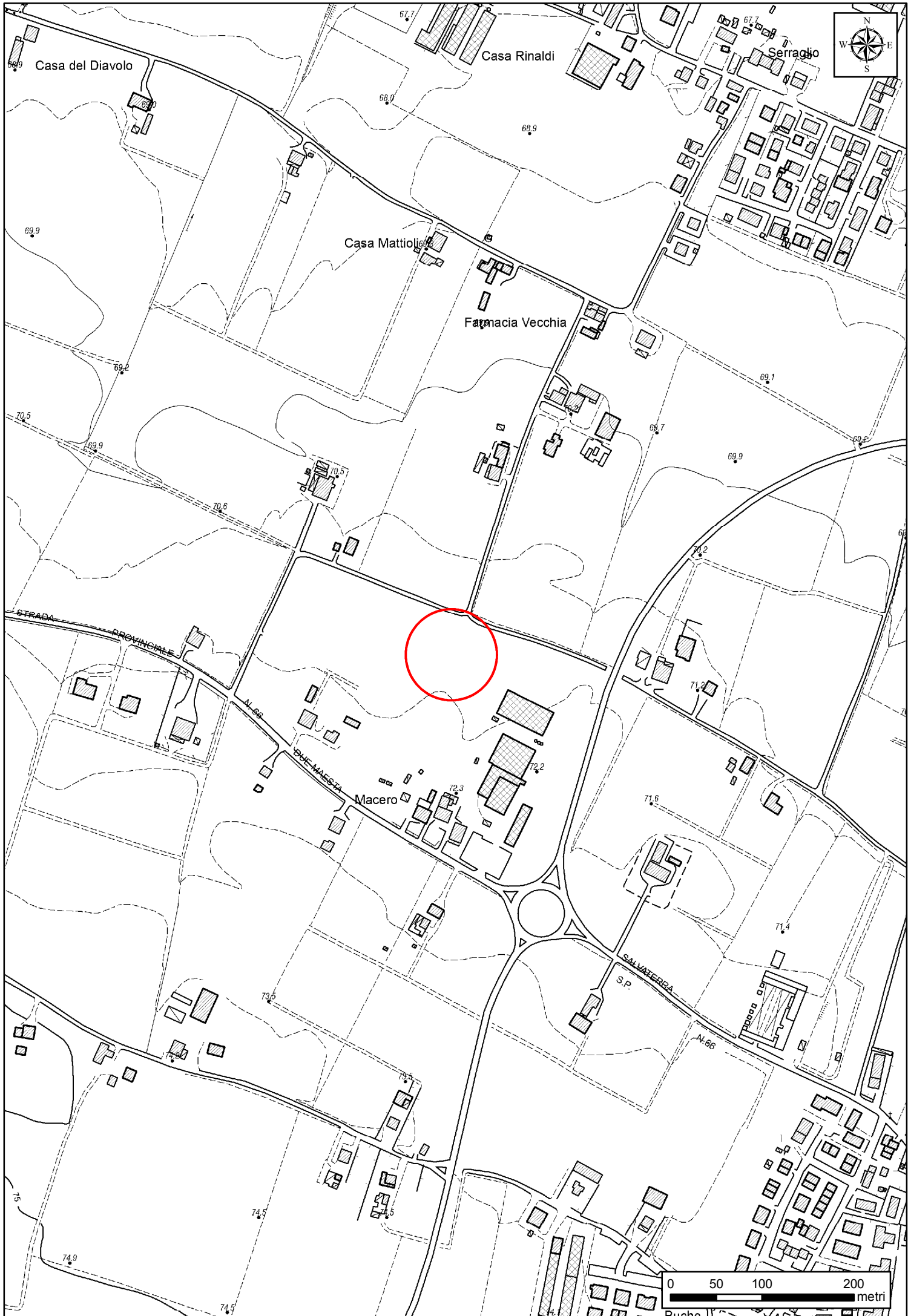
C.T.R. scala 1 : 5.000

Estratto Elemento 201131 "Cacciola"

 Ubicazione area in oggetto


A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

2



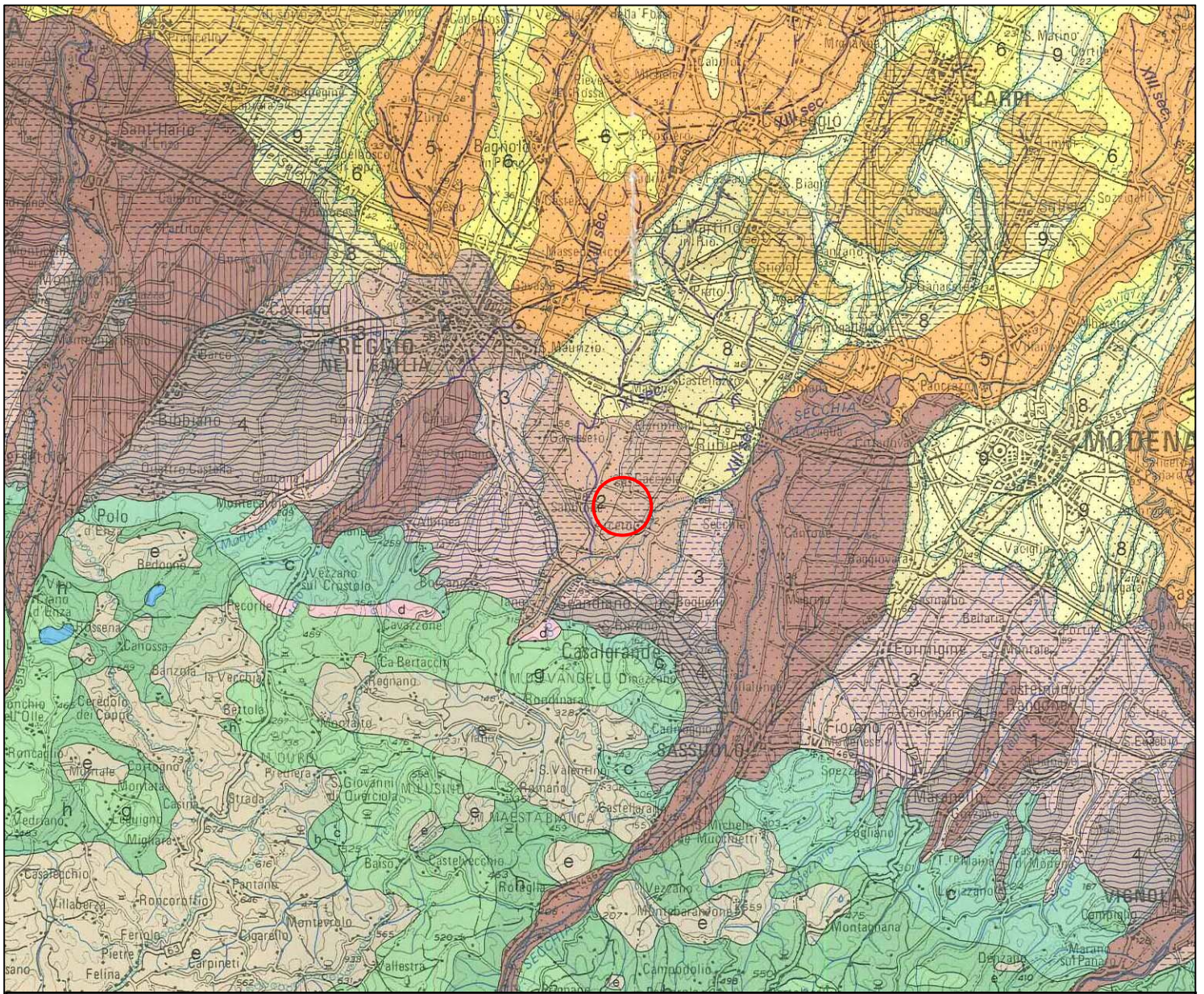
**Carta geologica di pianura  
dell'Emilia Romagna**

Scala 1 : 250.000

 Ubicazione area in oggetto

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

3



## LEGENDA

### DEPOSITI ALLUVIALI ALLUVIAL DEPOSITS

#### CONOIDI E TERRAZZI ALLUVIALI ALLUVIAL FAN AND TERRACE

1

Ghiaie e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari amalgamati, intercalate a sabbie e sabbie limose in strati di spessore decimetrico. Depositi di conoide e di terrazzo.  
 Al tetto e all'interno suoli a diverso grado di evoluzione.  
*Gravel and sand in channelled and lenticular bodies amalgamated, intercalated with sand and silty sand in beds tens of centimetres thick. Alluvial fan and terrace.  
 At the top and within, soils of various degree of evolution.*

2

Sabbie, limi sabbiosi e limi, in strati di spessore decimetrico, ghiaie sabbiose e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo.  
 Al tetto e all'interno suoli a diverso grado di evoluzione.  
*Sand, silty sand and silt in beds tens of centimetres thick; sandy gravel and sand in channelled or lenticular bodies. Fan and terrace deposits.  
 At the top and within, soils of various degree of evolution.*

3

Limi e limi argillosi in strati di spessore decimetrico, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo.  
 Al tetto e all'interno suoli a diverso grado di evoluzione.  
*Silt and clayey silt in beds tens of centimetres thick; small amounts of gravel and sandy gravel in channelled and lenticular bodies. Alluvial fan and terrace.  
 At the top and within, soils of various degree of evolution.*

4

Ghiaie, sabbie, limi e limi argillosi. Depositi alluvionali indifferenziati.  
*Gravels, sands, silts and clayey silts. Undifferentiated alluvial deposits.*

5

Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine prossimale.  
 Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.  
*Medium and fine sand in beds tens of centimetres thick, changing laterally and/or intercalated to fine and very fine silty sand, smaller amounts of clayey silt; locally medium and coarse sand in lenticular, ribbon shaped bodies. Channel and proximal levee deposits. Channel and argine deposits.  
 At the top, soils with various degree of evolution.*

6

Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate in strati di spessore decimetrico. Depositi di argine distale.  
 Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.  
*Sandy silt, fine and very fine sand, silty clay and smaller amounts of silty-clayey sand intercalated in beds tens of centimetres thick. Distal levee deposits.  
 At the top, soils with various degree of evolution.*

7

Sabbie medie e fini, limi e argille limose intercalati in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati.  
 Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.  
*Medium and fine sand, silt and silty clay intercalated in beds tens of centimetres thick; locally medium and coarse sand in lenticular and ribbon shaped bodies. Channel and undifferentiated levee deposits.  
 At the top soils with various degree of evolution.*

8

Limi argillosi e limi sabbiosi, subordinatamente sabbie fini e finissime, in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati.  
 Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.  
*Clayey silt and sandy silt, smaller amounts of fine and very fine sand, in beds tens of centimetres thick; locally sand in lenticular and ribbon-shaped bodies. Channel and undifferentiated levee deposits.  
 At the top soils of various degree of evolution.*

9


Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude.  
 Swamp deposits.  
*Silty clay, clay and laminated clayey silt, locally concentrations of partially decomposed organic matter. Back-swamp deposits.*

10

Sabbie medie e grossolane subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose, limi e limi sabbiosi in strati di spessore decimetrico. Depositi di piana a meandri.  
 Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.  
*Medium and coarse sand, to a lesser extent gravel and sandy gravel, smaller amounts of silt and sandy silt in bed tens of centimetres thick. Meander belt deposits.  
 At the top, soils of various degree of evolution.*

**Carta geomorfologica della pianura  
di Reggio Emilia**

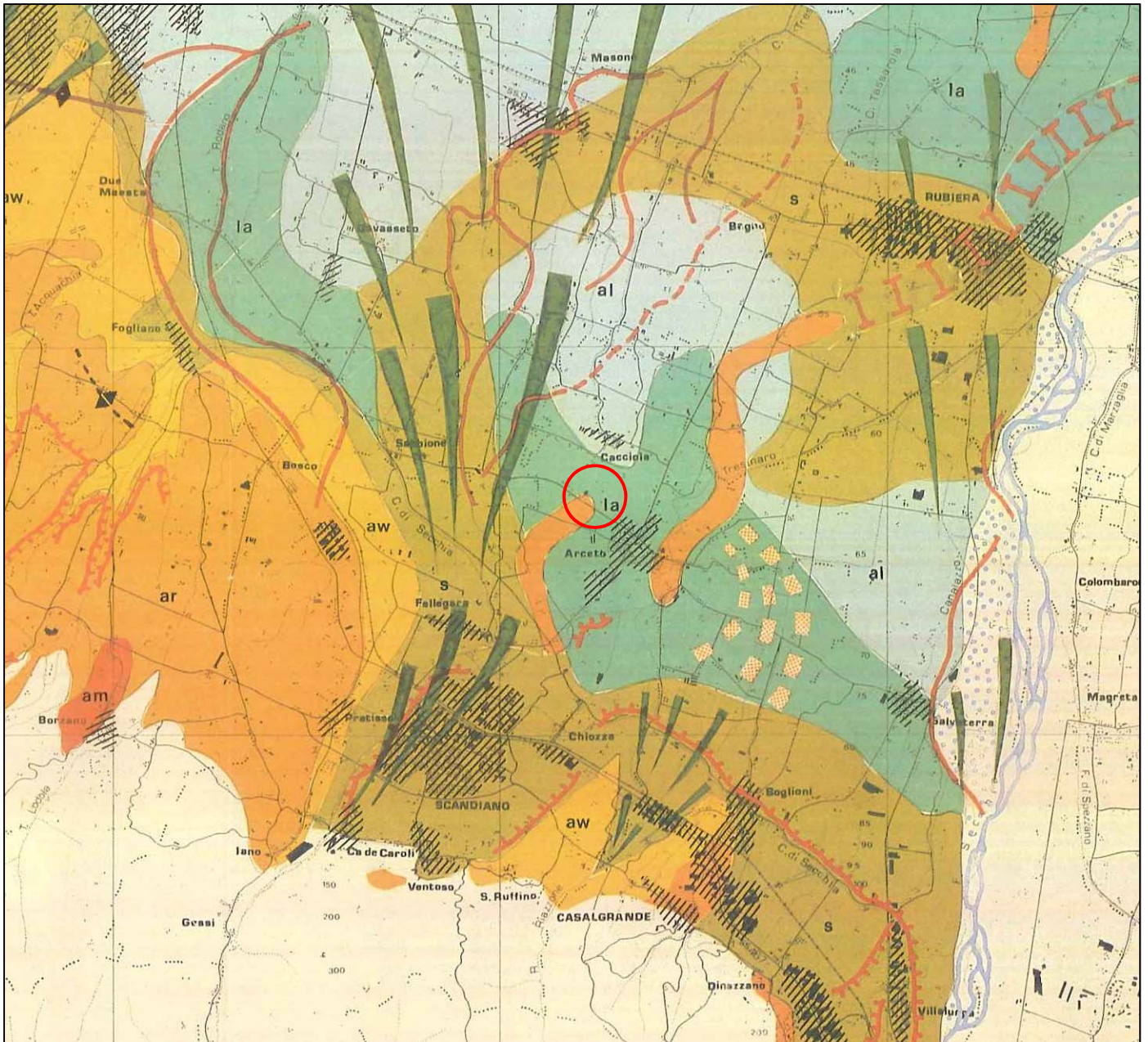
Scala 1 : 300.000

 Ubicazione area in oggetto

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

4





## LEGENDA

### DOSSO FLUVIALE CON PIEDE BEN DEFINITO RISPETTO ALLE PIANE CIRCOSTANTI

- a) ben rilevato.
- b) poco rilevato.
- Dosso fluviale ampio a dolce convessità.


### FORME E DEPOSITI FLUVIALI

- Incisione di corso d'acqua.
- Scarpa o pendio delimitante un terrazzo.
- Canale di esondazione.
- Depressione palustre di risorgiva.
- Conoide alluvionale.
- Ventaglio di esondazione.
- Area depressa in pianura alluvionale.

### LITOLOGIA DI SUPERFICIE

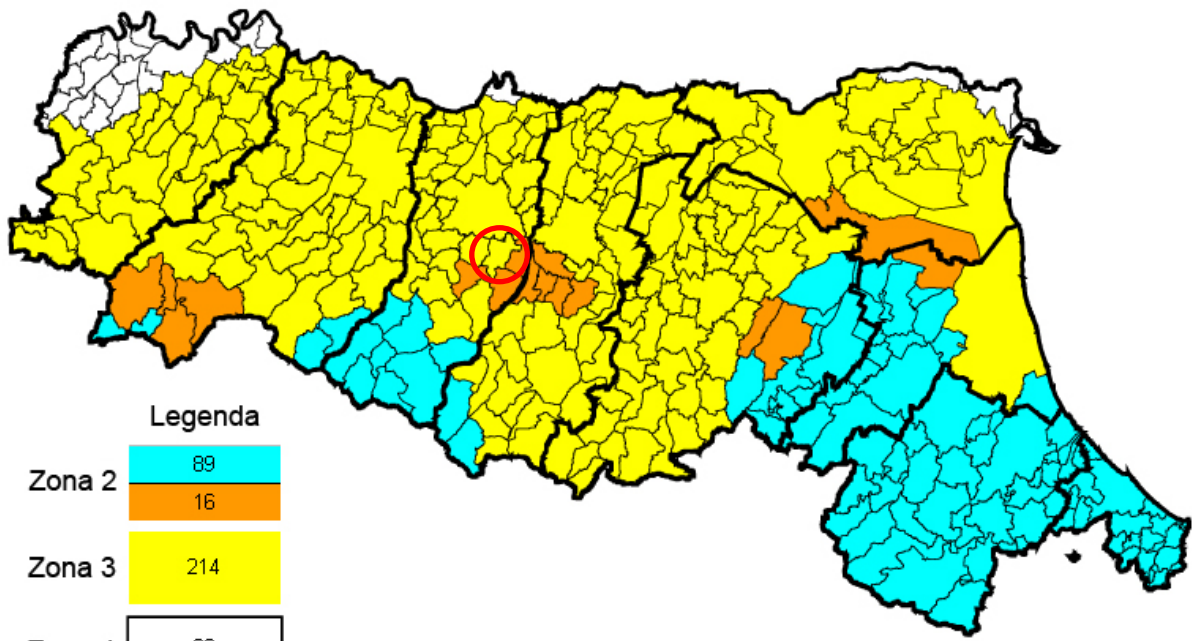
- Argille con torba.
- Argille variamente limose.
- Limi e limi argillosi o sabbiosi.
- Sabbie a varia granulometria.
- Sabbie con ghiaia.
- Alluvioni wurmiane, ghiaie sabbie con alterazione < 1 m.
- Depositi rissiani con paleosuolo: glacis d'erosione con coperture di loess.
- Alluvioni mindeliane, ghiaie con paleosuolo.

## Carta della zonizzazione sismica

 Comune di Scandiano

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

5



**Legenda**


Zona 2	89
Zona 3	214
Zona 4	22

n° comuni coinvolti

**Rischio sismico: Carta degli effetti attesi**

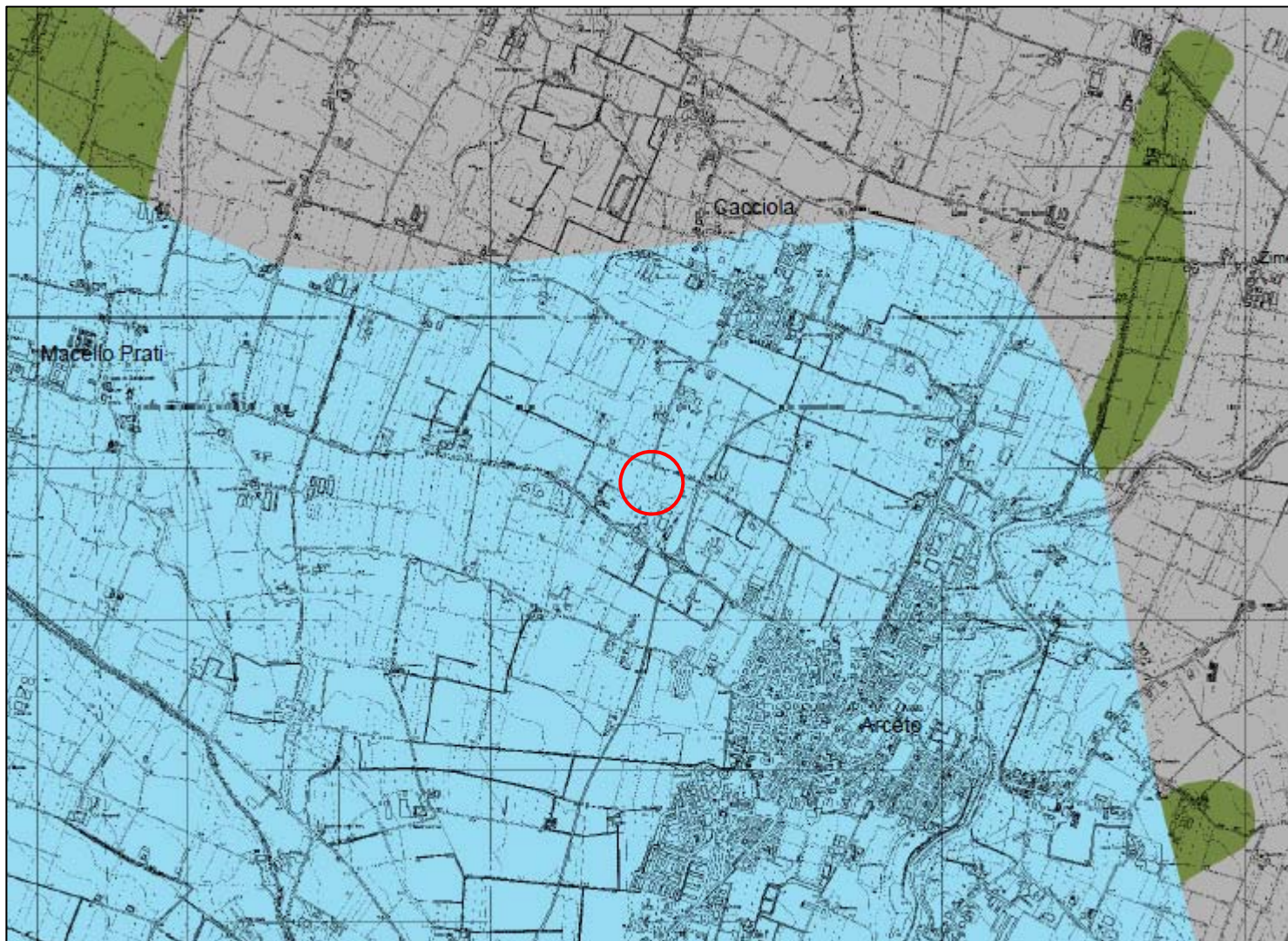
Tav. P9a 201SO – Estratto PTCP Reggio Emilia

Scala 1 : 25.000

 Ubicazione area in oggetto

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

6




## LEGENDA

		EFFETTI ATTESI				
		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
CLASSI	A	X		X		
	B	X	X	X		
	C	X				
	D	X	X			
	E		X			
	F	X				X
	G	X			X (potenziale)	
	H					

**Rischio sismico: Carta dei livelli di  
approfondimento**

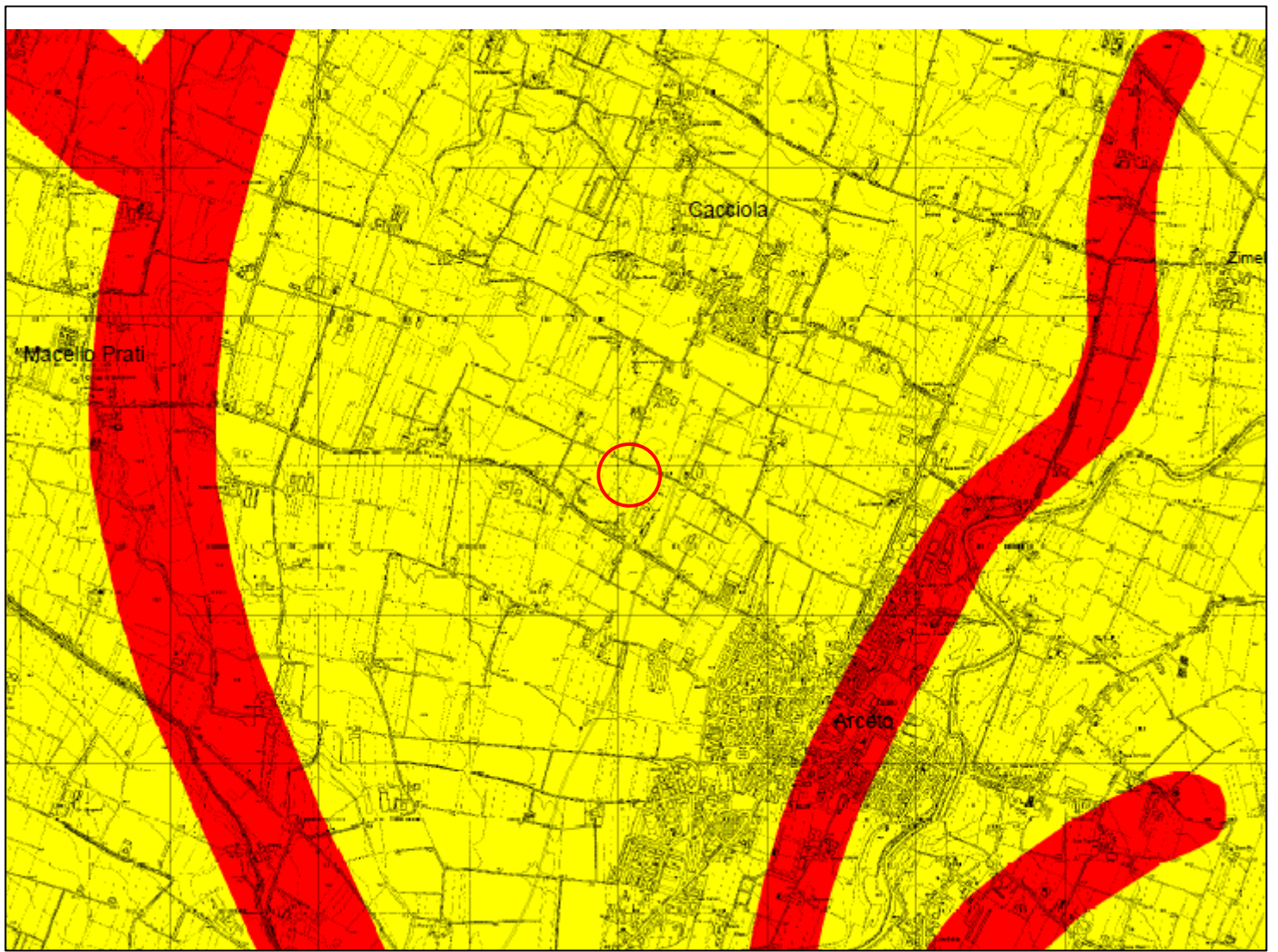
Tav. P9b 201SO – Estratto PTCP Reggio Emilia

Scala 1 : 25.000

 Ubicazione area in oggetto




A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

7



## LEGENDA


LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

-  1
-  2
-  3

**Aree suscettibili di effetti locali**

Tav. QCG-6 – Estratto PSC del Comune di Scandiano

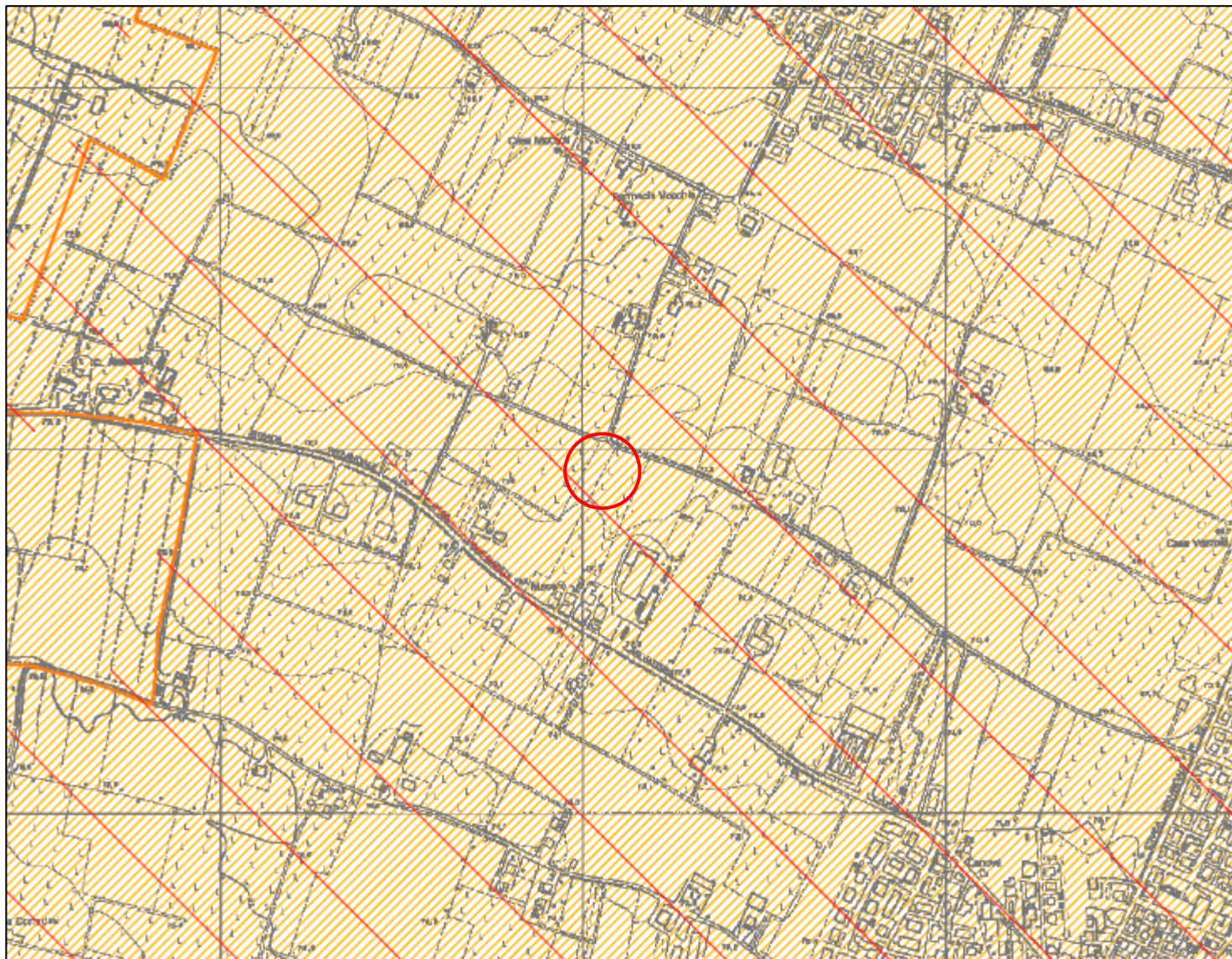
Scala 1 : 10.000

 Ubicazione area in oggetto

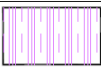




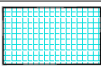

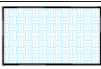
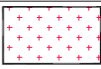
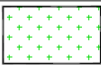

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

8






## LEGENDA

AREA	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	POSSIBILI EFFETTI INDOTTI	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO
	Detriti di versante	Amplificazioni litologiche	III LIVELLO ANALISI APPROFONDATA
	Depositi di conoide alluvionale		II LIVELLO ANALISI SEMPLIFICATA
	Depositi di conoide alluvionale apicali		III LIVELLO ANALISI APPROFONDATA
	Depositi alluvionali		II LIVELLO ANALISI SEMPLIFICATA
	Depositi alluvionali in ambito intravallivo		III LIVELLO ANALISI APPROFONDATA
	Depositi antropici		III LIVELLO ANALISI APPROFONDATA
	Substrato con $V_s < 800$ m/s		II LIVELLO ANALISI SEMPLIFICATA
	Zona di cresta Linea di cresta	Amplificazioni topografiche	III LIVELLO ANALISI APPROFONDATA
	Aree instabili	Instabilità di versante	III LIVELLO ANALISI APPROFONDATA
	Aree potenzialmente instabili		III LIVELLO ANALISI APPROFONDATA
	Aree ad acclività $> 15^\circ$ con coperture eluvio-colluviali a granulometria prevalentemente fine		III LIVELLO ANALISI APPROFONDATA

**Sintesi dei livelli di approfondimento  
sismico**

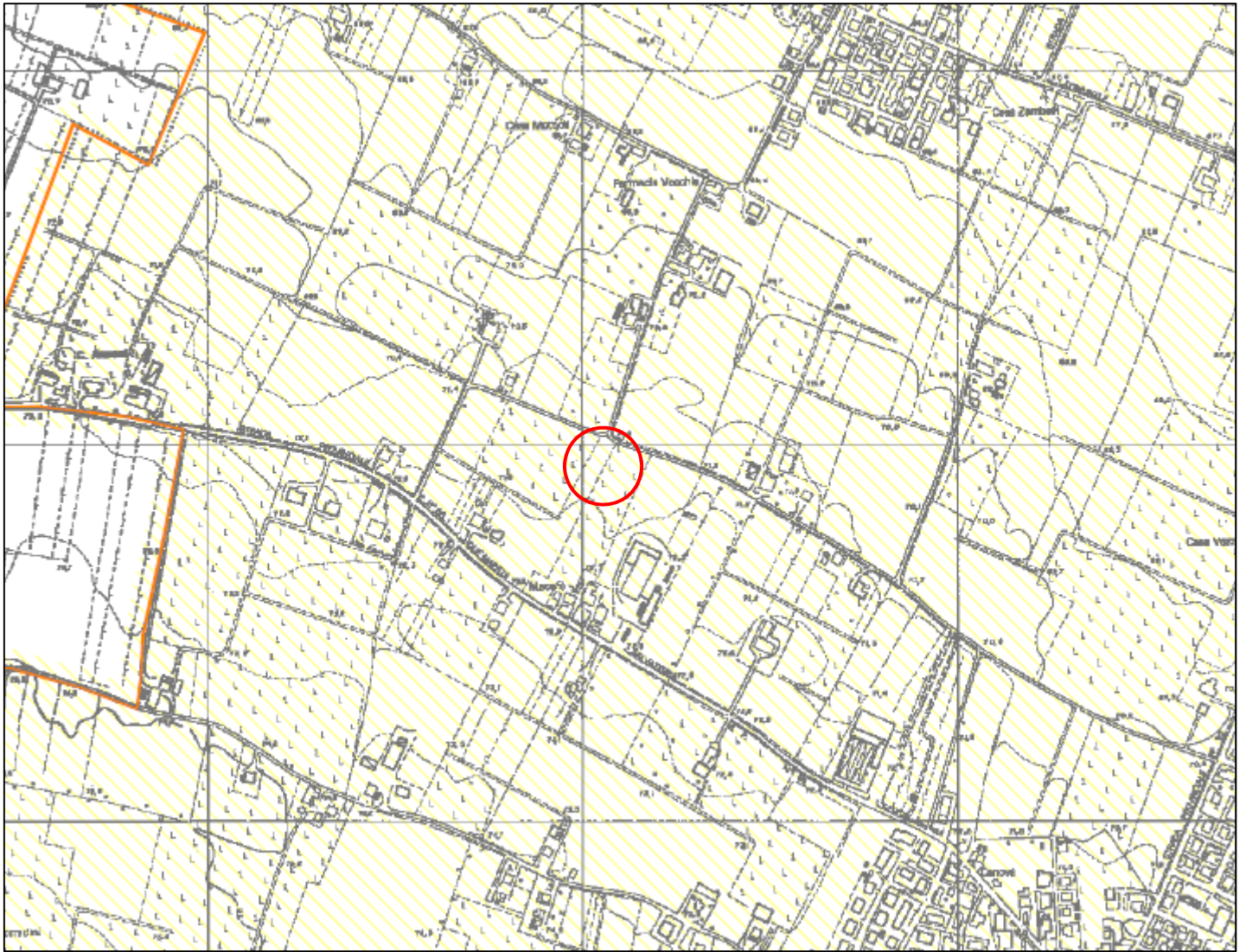
Tav. QCG-7 – Estratto PSC del Comune di Scandiano

Scala 1 : 10.000




 Ubicazione area in oggetto

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

9




## LEGENDA

AREA	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO
	I LIVELLO
	II LIVELLO ANALISI SEMPLIFICATA
	III LIVELLO ANALISI APPROFONDATA

## **Microzonazione sismica**

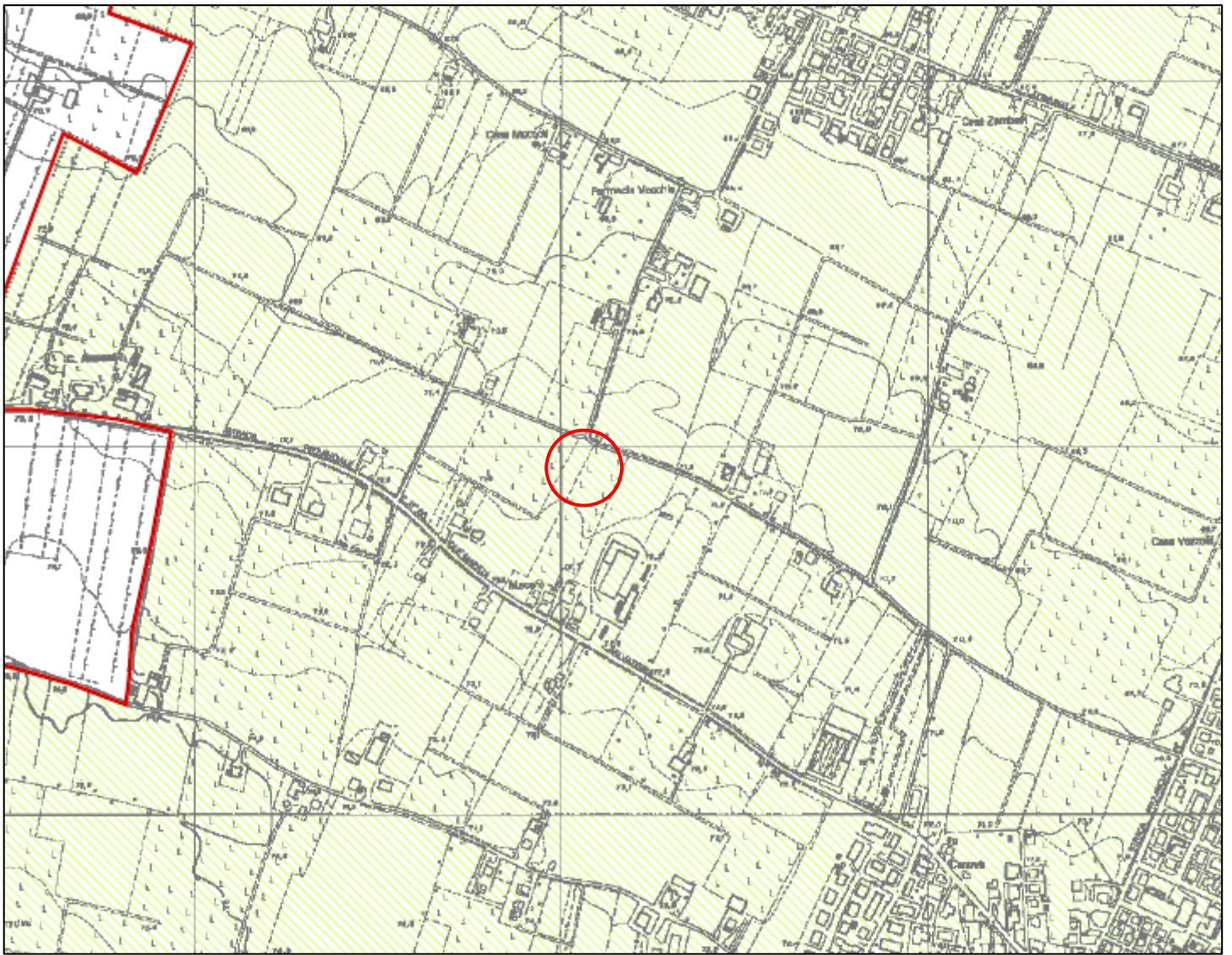
Tav. QCG-9 – Estratto PSC del Comune di Scandiano

Scala 1 : 10.000

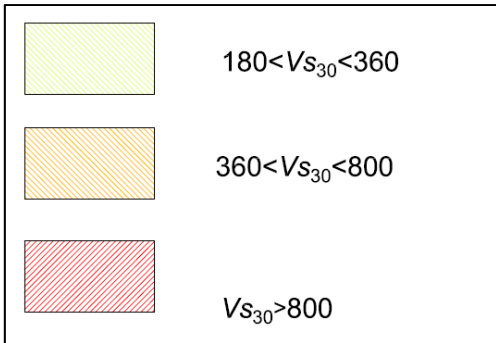
 Ubicazione area in oggetto

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

10



**LEGENDA**



**Planimetria catastale  
con ubicazione indagini geognostiche**

Scala 1 : 2.000

Foglio 3 mappale 667

● **P1** Prova penetrometrica

— **S1** Indagine sismica MASW

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

11



N=4942800

E=1635900

Comune: SCANDIANO  
Foglio: 3  
Scala originale: 1:2000  
Dimensione cornice: 534.000 x 378.000 metri  
6-Apr-2018 15:1:6  
Prot. n. T201648/2018

1 Particella: 537

**Prove penetrometriche**

**A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O**

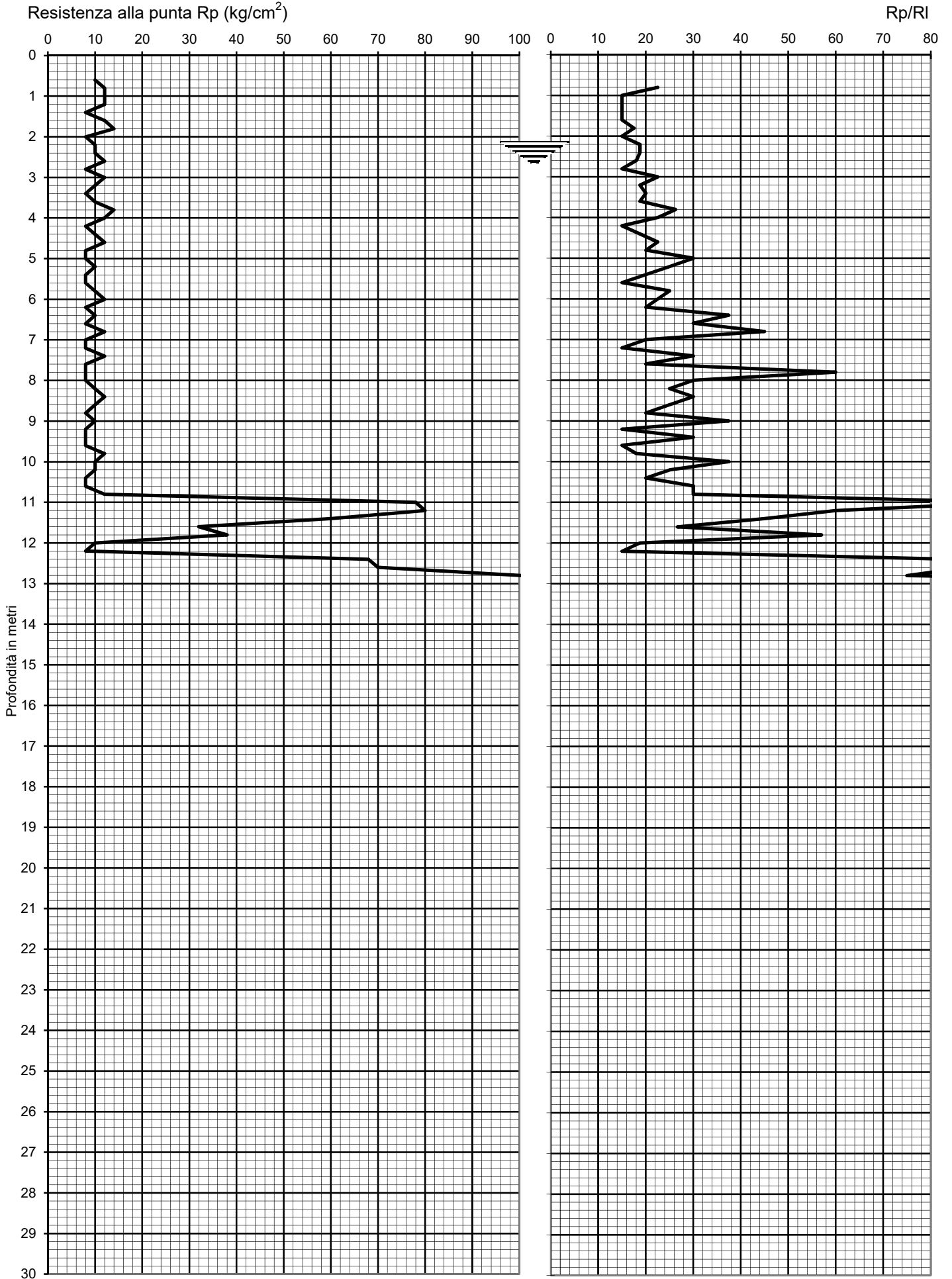
**12**



**DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI**

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 1      Quota: P.C.      Data: 17/05/2018  
Località: Arceto di Scandiano (Re)  
Committ.: Sviluppo Immobiliare Srl  
Certificato: **104**      Data emissione: 17/05/18



**DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI**

Viale Caduti in Guerra 1 - 41121 Modena

***PROVA PENETROMETRICA STATICA***

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **104**

Data emissione: 17/05/18

Committente : Sviluppo Immobiliare Srl

Località : Arceto di Scandiano (Re)

Prova numero : 1

Data : 17/05/2018

Operatore : Dr. A. Maccaferri

Quota : P.C.

**DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI**

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 1      Quota: P.C.      Data: 17/05/2018  
 Località: Arceto di Scandiano (Re)  
 Committ.: Sviluppo Immobiliare Srl  
 Certificato: **104**      Data emissione: 17/05/18

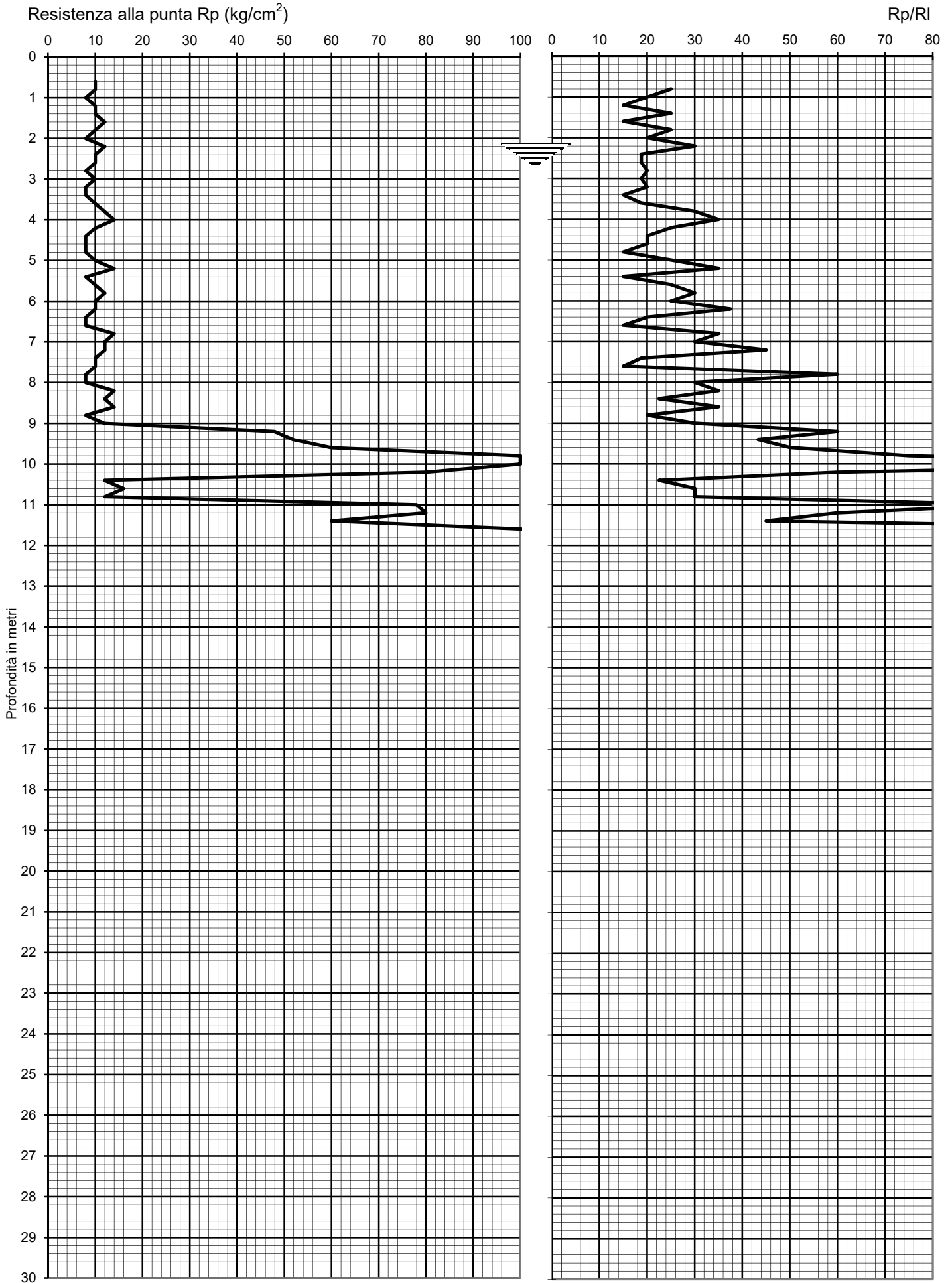
Prof. (m)	P (kg/cm <sup>2</sup> )	P + L (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	10	18	10	0,53	18,75
0,80	12	20	12	0,53	22,50
1,00	12	24	12	0,80	15,00
1,20	12	24	12	0,80	15,00
1,40	8	16	8	0,53	15,00
1,60	12	24	12	0,80	15,00
1,80	14	26	14	0,80	17,50
2,00	8	16	8	0,53	15,00
2,20	10	18	10	0,53	18,75
2,40	10	18	10	0,53	18,75
2,60	12	22	12	0,67	18,00
2,80	8	16	8	0,53	15,00
3,00	12	20	12	0,53	22,50
3,20	10	18	10	0,53	18,75
3,40	8	14	8	0,40	20,00
3,60	10	18	10	0,53	18,75
3,80	14	22	14	0,53	26,25
4,00	12	20	12	0,53	22,50
4,20	8	16	8	0,53	15,00
4,40	10	18	10	0,53	18,75
4,60	12	20	12	0,53	22,50
4,80	8	14	8	0,40	20,00
5,00	8	12	8	0,27	30,00
5,20	10	16	10	0,40	25,00
5,40	8	14	8	0,40	20,00
5,60	8	16	8	0,53	15,00
5,80	10	16	10	0,40	25,00
6,00	12	20	12	0,53	22,50
6,20	8	14	8	0,40	20,00
6,40	10	14	10	0,27	37,50
6,60	8	12	8	0,27	30,00
6,80	12	16	12	0,27	45,00
7,00	8	14	8	0,40	20,00
7,20	8	16	8	0,53	15,00
7,40	12	18	12	0,40	30,00
7,60	8	14	8	0,40	20,00
7,80	8	10	8	0,13	60,00
8,00	8	12	8	0,27	30,00
8,20	10	16	10	0,40	25,00
8,40	12	18	12	0,40	30,00
8,60	10	16	10	0,40	25,00
8,80	8	14	8	0,40	20,00
9,00	10	14	10	0,27	37,50
9,20	8	16	8	0,53	15,00
9,40	8	12	8	0,27	30,00
9,60	8	16	8	0,53	15,00
9,80	12	22	12	0,67	18,00
10,00	10	14	10	0,27	37,50
10,20	10	16	10	0,40	25,00
10,40	8	14	8	0,40	20,00
10,60	8	12	8	0,27	30,00
10,80	12	18	12	0,40	30,00
11,00	78	90	78	0,80	97,50
11,20	80	100	80	1,33	60,00
11,40	60	80	60	1,33	45,00
11,60	32	50	32	1,20	26,67
11,80	38	48	38	0,67	57,00
12,00	10	18	10	0,53	18,75
12,20	8	16	8	0,53	15,00
12,40	68	80	68	0,80	85,00
12,60	70	82	70	0,80	87,50
12,80	100	120	100	1,33	75,00
13,00	120	130	120	0,67	180,00
13,20	120	130	120	0,67	180,00
13,40	200	220	200	1,33	150,00
13,60	180	200	180	1,33	135,00
13,80	200	220	200	1,33	150,00
14,00	180	200	180	1,33	135,00
14,20	200	220	200	1,33	150,00
14,40					
14,60					
14,80					
15,00					

Prof. (m)	P (kg/cm <sup>2</sup> )	P + L (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					

**DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI**

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 2      Quota: P.C.      Data: 17/05/2018  
Località: Arceto di Scandiano (Re)  
Committ.: Sviluppo Immobiliare Srl  
Certificato: **105**      Data emissione: 17/05/18



**DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI**

Viale Caduti in Guerra 1 - 41121 Modena

***PROVA PENETROMETRICA STATICA***

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **105**                      Data emissione: 17/05/18

Committente : Sviluppo Immobiliare Srl

Località : Arceto di Scandiano (Re)

Prova numero : 2

Data : 17/05/2018

Operatore : Dr. A. Maccaferri

Quota : P.C.

**DOTT. GEOL. A. MACCAFERRI**

Viale Caduti in Guerra 1 - Modena

Prova n°: 2      Quota: P.C.      Data: 17/05/2018  
Località: Arceto di Scandiano (Re)  
Committ.: Sviluppo Immobiliare Srl  
Certificato: **105**      Data emissione: 17/05/18

Prof. (m)	P (kg/cm <sup>2</sup> )	P + L (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	10	18	10	0,53	18,75
0,80	10	16	10	0,40	25,00
1,00	8	14	8	0,40	20,00
1,20	10	20	10	0,67	15,00
1,40	10	16	10	0,40	25,00
1,60	12	24	12	0,80	15,00
1,80	10	16	10	0,40	25,00
2,00	8	14	8	0,40	20,00
2,20	12	18	12	0,40	30,00
2,40	10	18	10	0,53	18,75
2,60	10	18	10	0,53	18,75
2,80	8	14	8	0,40	20,00
3,00	10	18	10	0,53	18,75
3,20	8	14	8	0,40	20,00
3,40	8	16	8	0,53	15,00
3,60	10	18	10	0,53	18,75
3,80	12	18	12	0,40	30,00
4,00	14	20	14	0,40	35,00
4,20	10	16	10	0,40	25,00
4,40	8	14	8	0,40	20,00
4,60	8	14	8	0,40	20,00
4,80	8	16	8	0,53	15,00
5,00	10	16	10	0,40	25,00
5,20	14	20	14	0,40	35,00
5,40	8	16	8	0,53	15,00
5,60	10	16	10	0,40	25,00
5,80	12	18	12	0,40	30,00
6,00	10	16	10	0,40	25,00
6,20	10	14	10	0,27	37,50
6,40	8	14	8	0,40	20,00
6,60	8	16	8	0,53	15,00
6,80	14	20	14	0,40	35,00
7,00	12	18	12	0,40	30,00
7,20	12	16	12	0,27	45,00
7,40	10	18	10	0,53	18,75
7,60	10	20	10	0,67	15,00
7,80	8	10	8	0,13	60,00
8,00	8	12	8	0,27	30,00
8,20	14	20	14	0,40	35,00
8,40	12	20	12	0,53	22,50
8,60	14	20	14	0,40	35,00
8,80	8	14	8	0,40	20,00
9,00	12	18	12	0,40	30,00
9,20	48	60	48	0,80	60,00
9,40	52	70	52	1,20	43,33
9,60	60	78	60	1,20	50,00
9,80	100	120	100	1,33	75,00
10,00	100	110	100	0,67	150,00
10,20	80	100	80	1,33	60,00
10,40	12	20	12	0,53	22,50
10,60	16	24	16	0,53	30,00
10,80	12	18	12	0,40	30,00
11,00	78	90	78	0,80	97,50
11,20	80	100	80	1,33	60,00
11,40	60	80	60	1,33	45,00
11,60	100	110	100	0,67	150,00
11,80	120	140	120	1,33	90,00
12,00	200	220	200	1,33	150,00
12,20	220	240	220	1,33	165,00
12,40					
12,60					
12,80					
13,00					
13,20					
13,40					
13,60					
13,80					
14,00					
14,20					
14,40					
14,60					
14,80					
15,00					


Prof. (m)	P (kg/cm <sup>2</sup> )	P + L (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					

**Estratto Carta della pericolosità del  
Reticolo Principale di Pianura (RP)**

PGRA – Direttiva Alluvioni 2007/60/CE

Cartografia delle Mappe della pericolosità, degli elementi  
esposti e del rischio di alluvioni del Piano di Gestione del  
Rischio di Alluvioni relative al territorio della Regione  
Emilia-Romagna

Scala 1 : 25.000

 Ubicazione area in oggetto

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

13



### Legenda

- P3 - Aree a pericolosità idraulica elevata
- P2 - Aree a pericolosità idraulica media
- P1 - Aree a pericolosità idraulica bassa

0 250 500 1.000 metri




**Estratto Carta del rischio del Reticolo  
Principale di Pianura (RP)**

PGRA – Direttiva Alluvioni 2007/60/CE

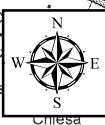
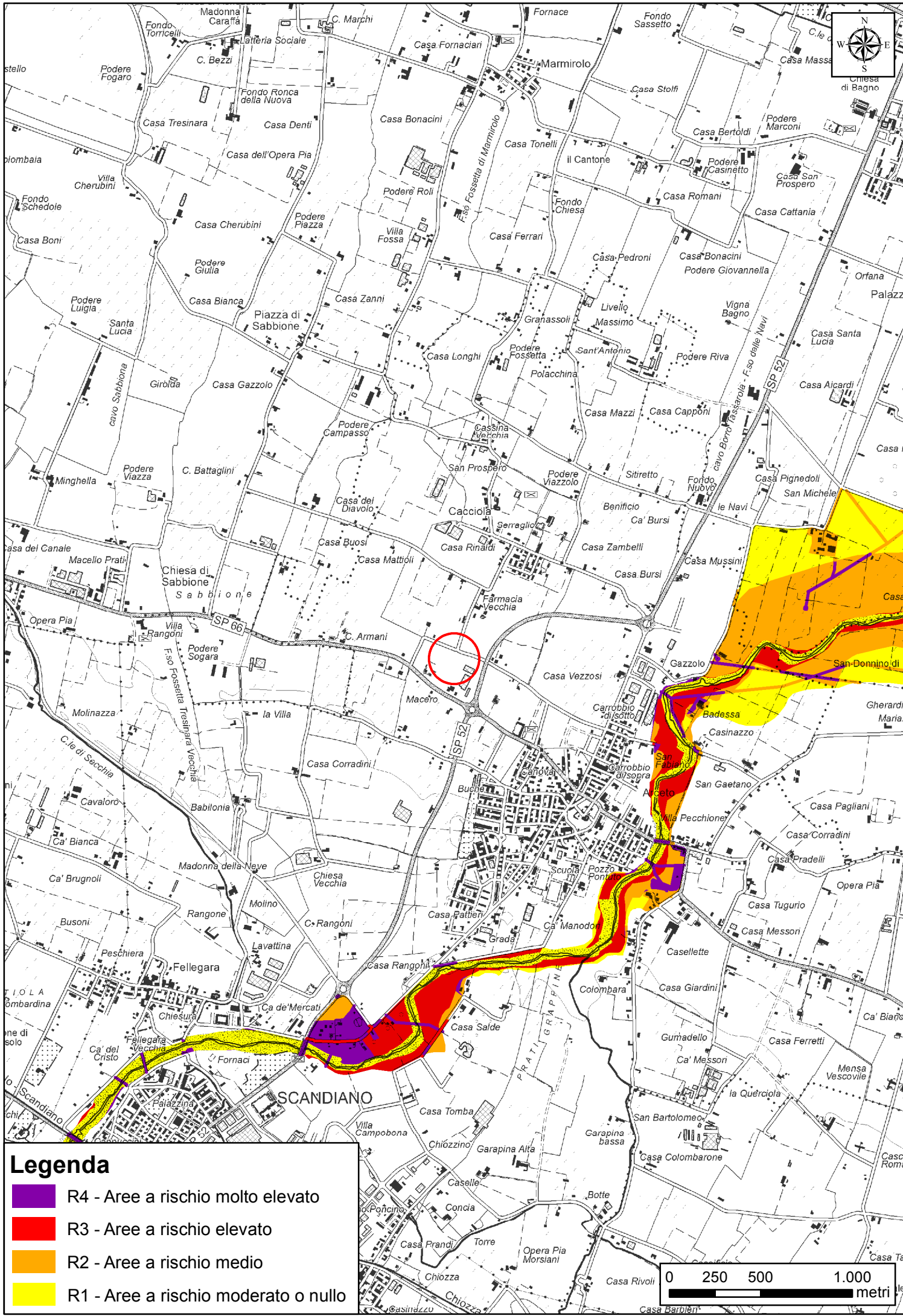
Cartografia delle Mappe della pericolosità, degli elementi  
esposti e del rischio di alluvioni del Piano di Gestione del  
Rischio di Alluvioni relative al territorio della Regione  
Emilia-Romagna

Scala 1 : 25.000

 Ubicazione area in oggetto

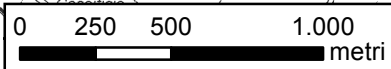
A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

14



**Legenda**

- R4 - Aree a rischio molto elevato
- R3 - Aree a rischio elevato
- R2 - Aree a rischio medio
- R1 - Aree a rischio moderato o nullo




**Estratto Carta della pericolosità del  
Reticolo Secondario di Pianura (RSP)**

PGRA – Direttiva Alluvioni 2007/60/CE

Cartografia delle Mappe della pericolosità, degli elementi  
esposti e del rischio di alluvioni del Piano di Gestione del  
Rischio di Alluvioni relative al territorio della Regione  
Emilia-Romagna

Scala 1 : 10.000

 Ubicazione area in oggetto

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

15

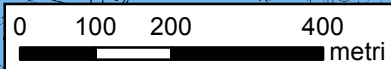


P2



### Legenda

- P3 - Aree a pericolosità idraulica elevata
- P2 - Aree a pericolosità idraulica media
- P1 - Aree a pericolosità idraulica bassa




**Estratto Carta del rischio del Reticolo  
Secondario di Pianura (RSP)**

PGRA – Direttiva Alluvioni 2007/60/CE

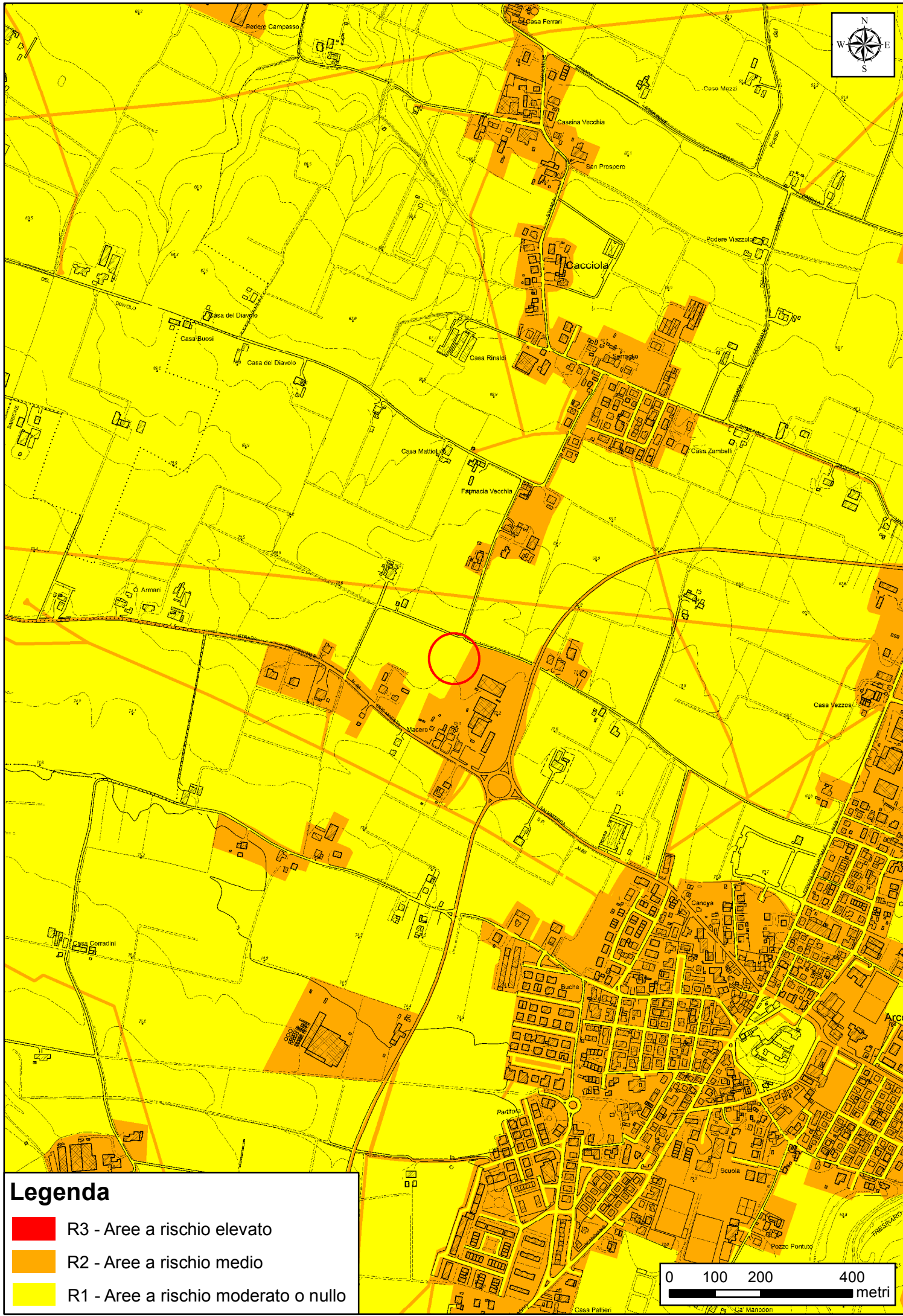
Cartografia delle Mappe della pericolosità, degli elementi  
esposti e del rischio di alluvioni del Piano di Gestione del  
Rischio di Alluvioni relative al territorio della Regione  
Emilia-Romagna

Scala 1 : 10.000




 Ubicazione area in oggetto

A  
L  
L  
E  
G  
A  
T  
O

16



### Legenda

-  R3 - Aree a rischio elevato
-  R2 - Aree a rischio medio
-  R1 - Aree a rischio moderato o nullo

