



# PSC

## ELABORATO IN FORMA ASSOCIATA

**VARIANTE AL PSC 1/2014**

*Relazione geologica sismica*

Sindaco  
Sergio Maccagnani

Segretario comunale  
Dott. Mario Criso

Responsabile Ufficio di Pianificazione  
Arch. Piero Vignali

Elaborazione  
Studio Sangiorgi: Dott. Geol. Samuel Sangiorgi



## **Indice generale**

<b>1</b>	<b>Introduzione.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Studi geologici e indagini di riferimento.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Inquadramento geologico e sismico.....</b>	<b>7</b>
3.1	Aspetti geologici generali.....	7
3.2	Idrogeologia e idraulica.....	8
3.3	Caratterizzazione geotecnica preliminare.....	9
3.4	Pericolosità sismica.....	10
3.5	Approfondimenti geologici e sismici richiesti per la fase di PUC.....	12
<b>4</b>	<b>Conclusioni sulla fattibilità della variante.....</b>	<b>14</b>



## 1 Introduzione

Lo Studio scrivente è stato incaricato dall'Unione Reno-Galliera di elaborare lo studio geologico e sismico preliminare a corredo della proposta di Variante al PSC n.1/2013 del Comune di Pieve di Cento: si tratta di una modifica delle previsioni d'uso dell'Ambito 13 (figura 1.1) in Ambito consolidato AUC-C, e con previsione di intervento edificatorio diretto sulla base di un Progetto Unitario Convenzionato (PUC).

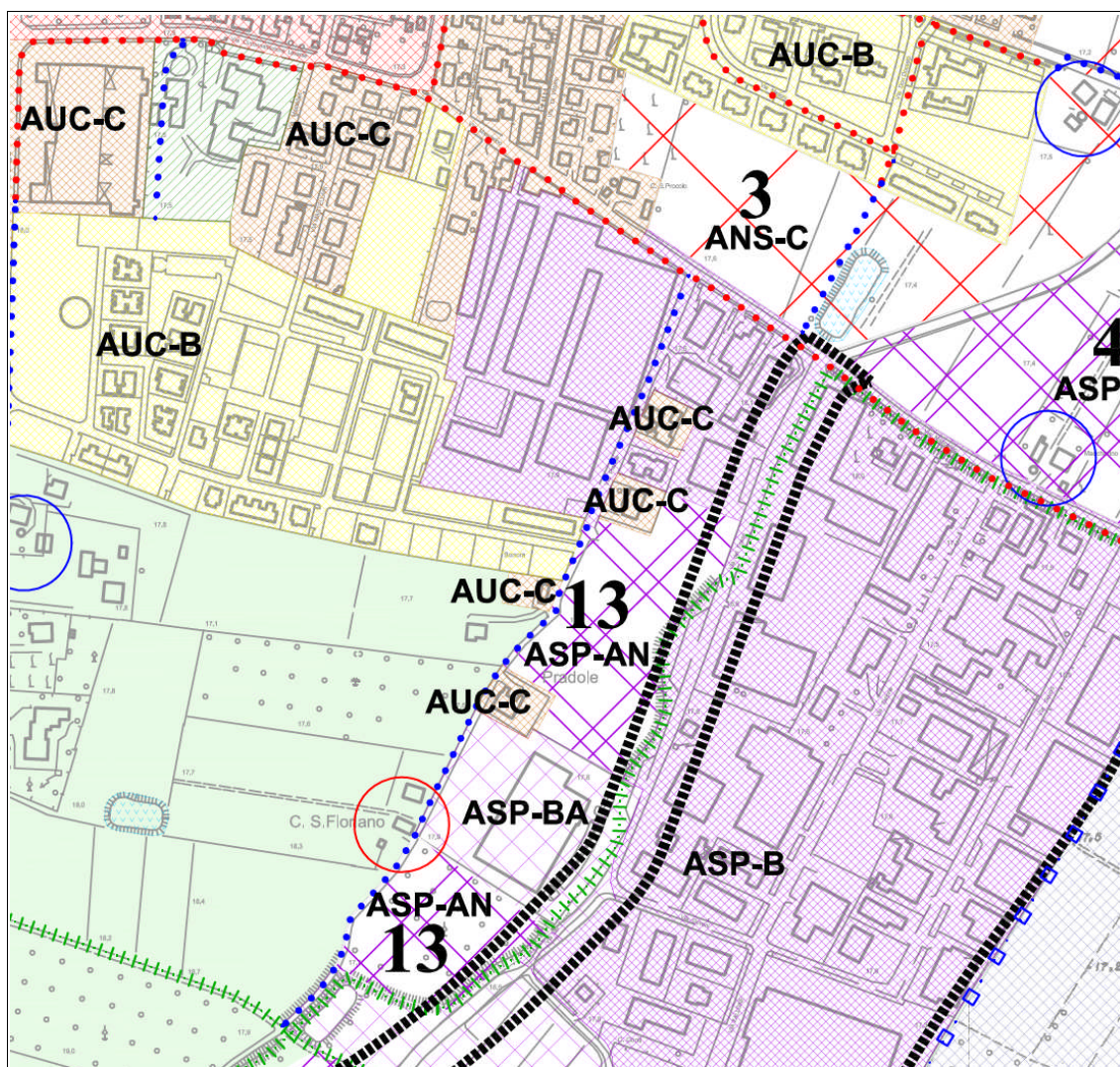


Figura 1.1 – Stralcio Tavola 1 PSC di Pieve di Cento elaborata alla scala 1:5.000

Occorre premettere che la analisi geologiche affrontate in sede di elaborazione del PSC in forma associata e/o alla scala comunale, hanno il compito di fornire una preliminare valutazione di fattibilità delle previsioni di pianificazione, con riferimento a

eventuali limitazioni edificatorie locali e/o alla necessità di espletare ulteriori indagini da prevedere nelle successive fasi di pianificazione. Se per gli aspetti geologici più generali e per quelli di valutazione geomeccanica, i compiti e le prestazioni di una relazione geologica preliminare appaiono chiari ed ormai “consueti”, per gli aspetti connessi alla pericolosità sismica occorre fare riferimento alla nuova normativa vigente, in particolare alla Delibera Assemblea Legislativa Regione Emilia-Romagna n.112/2007 (“Indirizzi per gli studi di Microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica”).

Con la DAL n.112/2007 la nostra Regione ha imposto l'elaborazione degli studi di pericolosità e di Microzonazione sismica nella pianificazione territoriale, definendo criteri di approfondimento differenziati (<<livelli>>) a seconda delle fasi di programmazione affrontate e del contesto di pericolosità locale riscontrato.

Nel caso di Pieve di Cento, la Relazione geologica elaborata per il Quadro Conoscitivo (QC) del Piano Strutturale in forma associata, includeva le analisi geomorfologiche e idrogeologiche del territorio studiato e una caratterizzazione geotecnica preliminare delle principali aree urbane (capoluoghi).

Gli studi geologici e sismici successivamente elaborati per il Piano Strutturale di Pieve di Cento hanno consentito ulteriori approfondimenti, anche in merito alle valutazioni quantitative della possibilità di liquefazione dei sedimenti granulari saturi in caso di sisma. In questo senso, nelle aree urbanizzate (capoluogo e principali frazioni) e urbanizzabili, sono state espletate verifiche che hanno richiesto indagini geognostiche (penetrometrie CPTU/CPTU, indagini geofisiche MASW e/o Re.Mi., registrazioni HVSR).

Gli studi geologici e sismici elaborati per il PSC del Comune di Pieve di Cento (Viel & Sangiorgi, 2008; aggiornamenti di Sangiorgi, 2013) hanno dunque permesso di zonizzare il territorio anche in termini di amplificazione (“secondo livello” di approfondimento, ai sensi della DAL n.112/2007) e di potenziale propensione alla liquefazione.

Occorre anche rammentare che successivamente agli studi geologici e sismici elaborati per il PSC nel 2008, la Provincia di Bologna ha adottato (delibera n.4 del CP del 14 gennaio 2013) la Variante al PTCP in materia di “rischio sismico” che, sulla base delle indicazioni della DAL n.112/2007 ha sviluppato il “primo livello” di approfondimento geologico sismico, dando disposizioni ai Comuni su come e dove effettuare i successivi livelli di approfondimento, che potranno integrare e meglio

definire le informazioni elaborate alla scala provinciale. La Variante al PTCP ha prodotto una specifica cartografia della pericolosità sismica preliminare: la tavola 2C “Rischio Sismico – Carta degli Effetti Locali Attesi” alla scala 1:65.000 per la pianura e 1:25.000 per la collina e montagna, ha inoltre elaborato una nuova normativa finalizzata alla riduzione del rischio sismico, che definisce e chiarisce i ruoli e gli approfondimenti richiesti nei vari strumenti urbanistici comunali, il loro rapporto con la pianificazione sovraordinata e i tempi richiesti per il loro adeguamento alla Variante stessa.

Alla luce di questo ulteriore aggiornamento del PTCP, il Comune di Pieve di Cento ha aggiornato nel corso del 2013 la propria cartografia e normativa in materia di rischio sismico, recependo anche i contenuti della Variante al PTCP in tema di rischio sismico (Tavola 2C e disposizioni normative), ai fini anche di una migliore coerenza degli esiti tra tutti i Comuni dell'Unione.

Nelle successive pagine, si riporteranno gli esiti delle analisi geologiche generali e di caratterizzazione sismica già espletate a scala comunale e in particolare:

- il contesto geologico ed idrogeologico;
- la caratterizzazione geotecnica preliminare del sottosuolo desunta dagli esiti delle prove geognostiche e geofisiche di repertorio;
- la caratterizzazione sismica di riferimento (estrapolata dagli studi di pericolosità e di Microzonazione sismica elaborati per il PSC);
- una sintesi esplicativa relativa agli approfondimenti geologici e sismici da affrontare nella successiva fase di Progetto Unitario Convenzionato (PUC);

## 2 Studi geologici e indagini di riferimento

Per la caratterizzazione geologica e idrogeologica si sono assunte le analisi già elaborate per la redazione della Relazione Geologica allegata al Quadro Conoscitivo – Sistema Naturale e Ambientale – del PSC in forma associata (Comuni dell'Unione Reno-Galliera). In particolare ci si è riferiti alle seguenti tavole:

- Tav. AC 1.1b – Carta Litologica – Morfologica (scala 1/25.000)
- Tav. AC 1.2b – Carta Idrogeologica (scala 1/25.000)
- Tav. AC 1.5.3 – Carta Geologica (scala 1/25.000)

Si sono inoltre utilizzate informazioni di sottosuolo pregresse desunte:

- dalle indagini già di riferimento per il Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale Comunale del 2008;
- dalla banca dati geognostica aggiornata della Regione Emilia Romagna (penetrometrie, sondaggi a carotaggio continuo o trivellazioni, stratigrafie di pozzi esplorativi per ricerche idrogeologiche).

Per gli aspetti di pericolosità e di microzonazione sismica il riferimento analitico è rappresentato dallo studio sismico elaborato per il PSC di Pieve di Cento e il suo recente adeguamento (si rimanda all'Introduzione), che hanno prodotto gli specifici elaborati cartografici. In sintesi, l'adeguamento espletato dal Comune di Pieve di Cento, è consistito:

- nella stesura della “Tavola 1a – Pericolosità Sismica – Tavola comunale delle aree suscettibili di effetti locali”, alla scala 1/5.000 che riporta gli esiti di tale approfondimento alla scala cartografica di maggior dettaglio, così come richiesto dalla DAL n.112/2007 e dalla normativa del PTCP. Questa cartografia riporta gli esiti degli ulteriori approfondimenti di pericolosità sismica per quanto riguarda la propensione alla liquefazione, espletati nel territorio urbanizzato e urbanizzabile;
- nella stesura della “Tavola 2 – Microzonazione Sismica semplificata”, alla scala 1/5.000 che riporta gli esiti dell'approfondimento della risposta sismica semplificata (secondo livello) alla scala cartografica di maggior dettaglio, così come richiesto dalla DAL n.112/2007 e dalla normativa del PTCP (aree urbanizzate e urbanizzabili);
- nella stesura di una nuova specifica normativa di PSC e di indirizzi operativi in

materia sismica;

- nella stesura di una ulteriore “appendice” da allegare al RUE comunale che riporta i criteri applicativi per gli ulteriori approfondimenti sismici (“terzo livello”) richiesti nel territorio comunale.

Per gli approfondimenti geologici e sismici, si rimanda anche alla Relazione Geologica e alle cartografie elaborate per il QC del PSC associato (2004; 2006) e alla Relazione Geologia e Sismica redatta per il PSC di Pieve di Cento (2008).



### 3 Inquadramento geologico e sismico

#### 3.1 Aspetti geologici generali

L'ambito ricade in un contesto paleogeografico più recente di <<canale e argine prossimale>> attribuibile al Fiume Reno. Si tratta di un contesto sedimentario molto ampio ed articolato, in cui si alternano canali sabbiosi e zone di intercanale più limose e anche argillose. La complessiva morfologia ha andamento circa subparallelo all'attuale alveo del Reno e i depositi sabbiosi più superficiali hanno matrice per lo più limosa. La figura 3.1 propone uno stralcio della tavola AQC.1.1.b <<Carta Litologica-Morfologica>> (G. Viel, 2003) in scala 1:25.000, che costituisce elaborato cartografico del Quadro Conoscitivo del PSC in forma Associata: l'area di studio è dunque interessata da depositi più superficiali che variano da argille limose a sabbie alluvionali; queste ultime sembrano interessare soprattutto la porzione più settentrionale dell'area studiata.



Figura 3.1 – Stralcio tavola AQC.1.1.b (scala 1:25.000), elaborato del QC del PSC associato (G. Viel, 2003). Gli elementi punti rappresentano i punti di controllo geognostico. L'area di studio è compresa nel cerchiato in rosso.



### 3.2 Idrogeologia e idraulica

L'analisi del contesto idrogeologico locale, estrapolabile dalla tavola AQC.1.2.b <<Carta Idrogeologica>> (G. Viel, 2003) in scala 1:25.000, che costituisce anch'essa elaborato cartografico del Quadro Conoscitivo del PSC in forma Associata del PSC Associato, riscontra una prima debole falda, ospitata nell'intervallo limoso sabbioso meno profondo, la cui ricarica appare principalmente legata all'alimentazione di subalveo del Fiume Reno. La ricostruzione della tavola d'acqua (figura 3.2 e 3.3) evidenzia una soggiacenza apparente (dislivello tra quota del p.c. e quota media piezometrica della falda) di circa 2,5 metri. Il campo di moto è invece caratterizzato da un deflusso sotterraneo diretto verso NNE.

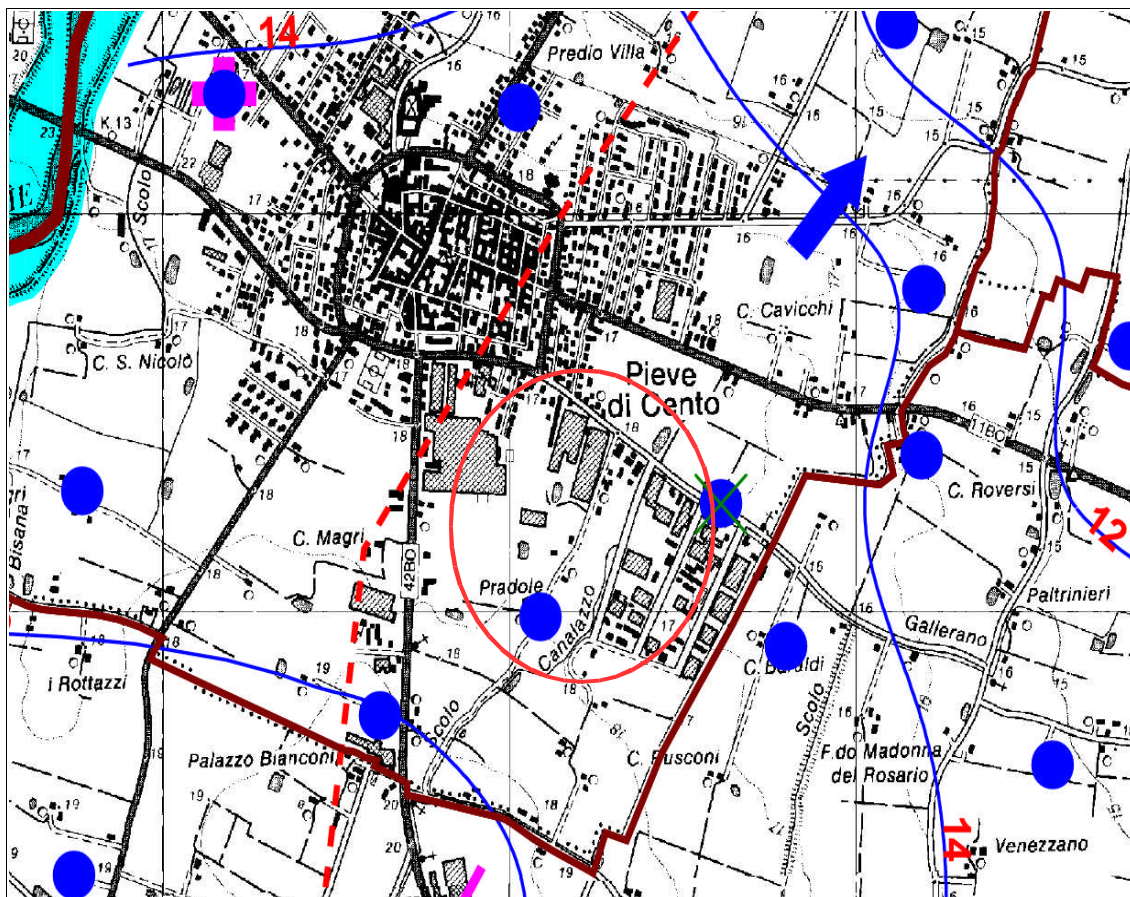













Figura 3.2 – Stralcio della <<Tavola AQC.1.2b (scala 1:25.000) elaborato del QC del PSC associato (G. Viel, 2003). L'area di studio è compresa nel cerchiato rosso.

Per quanto riguarda l'aspetto idraulico, l'area di studio lambisce a est lo Scolo Canalazzo; risulta esterna ad aree con alta probabilità di allagamento (T.R. <200 anni), come si desume dalla cartografia del P.T.C.P. e del P.S.A.I. Anche i dati raccolti dalla Protezione Civile riguardo episodi di allagamenti locali (aggiornati al 2003) non

evidenziano ricorrenze almeno negli ultimi 60 anni. Non sussistono quindi elementi storici che indichino presenza di rischio idraulico locale di qualche rilevanza.

Pozzi freatici rilevati	
	Campagne freaticometriche di repertorio (Studio viel)
	Campagna piezometrica settembre 2003
	Campagna misura della E.C. (settembre 2003)
	Campagna misura parametri fisico-chimici (L. 152/99)

Descrizione del campo di moto	
	Isofreatiche (quote s.l.m.)
	Linee di deflusso sotterraneo principali
	Linee di flusso secondarie
	Spartiacque principali
	Alti e bassi piezometrici
	Limite della falda libera/confinata
	Zone di depressione anomala






Descrizione del campo di moto	
	Idrovore
	Canale Emiliano-Romagnolo
	Opere idrauliche interferenti con la prima falda
	Casse di espansione
	Alvei attivi

Figura 3.3 – Legenda della <<Tavola AQC.1.2b (scala 1:25.000).

### 3.3 Caratterizzazione geotecnica preliminare

La Relazione Geologica elaborata per il PSC in forma associata, riportava gli esiti di una preliminare zonizzazione geotecnica dei sedimenti in un'ampia zona comprendente il Capoluogo. La valutazione si basava sugli esiti delle prove penetrometriche CPT di repertorio, in particolare sugli esiti di resistenza alla punta nei primi 10 metri di sottosuolo. L'ex Ambito 13 è pertanto caratterizzato, nei primi 10 m, da intervalli significativi (<1 metro) di sedimenti con caratteristiche meccaniche mediocri, cioè con esiti di resistenza alla punta <1.000 kPa. Ad ogni modo, l'area di studio può essere considerata edificabile con le normali tecniche costruttive (es.: fondazioni superficiali a "nastro" legate) per insediamenti di modesto impegno (pressioni di esercizio non superiori a 100 kPa), sebbene si potrebbero presentare limitazioni dovute sia all'interazione struttura - sedimenti (cedimenti assoluti e differenziali) tali da richiedere fondazioni particolari; in questo senso, le successive indagini geologiche propedeutiche alla costruzione dovranno valutare con cura l'entità dei cedimenti in funzione della geometria e tipologia delle fondazioni e in funzione delle pressioni di esercizio scaricate sui sedimenti.

### 3.4 Pericolosità sismica

L'area in questione ricade nelle aree oggetto di approfondimenti sismici espletati in sede di PSC (aree urbane e urbanizzabili). Le cartografie di riferimento della pericolosità sismica locale per il Comune di Pieve di Cento sono pertanto:

- Tavola 1 – <<Pericolosità Sismica: tavola comunale delle aree suscettibili di effetti locali>> (scala 1:5.000) - Variante al PSC in materia di rischio sismico.
- Tavola 2 – <<Microzonazione Sismica semplificata>> (scala 1:5.000) - Variante al PSC in materia di rischio sismico.

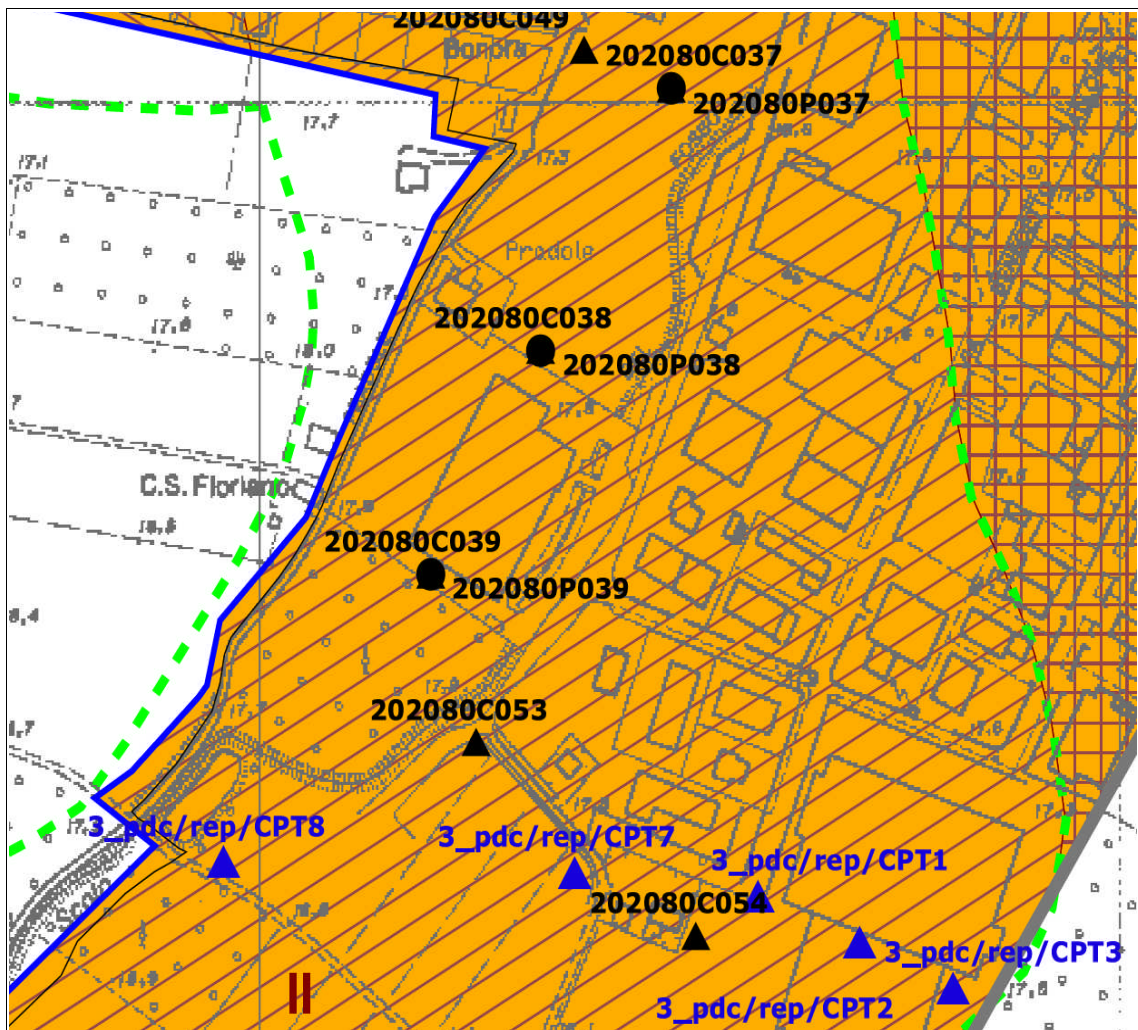


Figura 3.4 – Stralcio Tavola 1 <<Pericolosità Sismica: tavola comunale delle aree suscettibili di effetti locali>> (scala 1:5.000) elaborata per la Variante al PSC in materia di rischio sismico. In arancione, le zone ove risultano richiesti approfondimenti sismici di “terzo livello” ai sensi della DAL 112/2007. La tavola riporta anche i punti di controllo geognostico e geofisico di riferimento, consultabili nell'allegato alla cartografia.



La tavola 1 (figura 3.4) inserisce la nuova area di previsione nell'area omogenea di pericolosità sismica indicata con la sigla “II – possibilità di liquefazione con cedimenti, tessiture e spessore da controllare”: si tratta in generale di una zona in cui le prove geognostiche di repertorio hanno già segnalato la presenza di sabbie pulite e/o sabbie con abbondante matrice fine nei primi 15 metri di sottosuolo. Gli spessori di tali intervalli sono generalmente compresi tra 1÷4 metri. Questa area risulta equivalente dal punto di vista normativo alle aree “L2 – sabbie prevalenti certe” definite dal PTCP (art. 6.14 delle NTA). Si tratta di sedimenti in cui è possibile che avvenga liquefazione, sotto impulsi ciclici dotati di magnitudo  $M \geq 5,5$ . La cartografia evidenzia (in colore arancione) la necessità di ulteriori approfondimenti sismici di “terzo livello”, ai sensi della DAL 112/2007, da espletarsi nelle successive fasi di pianificazione. In questo senso, tali approfondimenti possono essere demandati all'approvazione del Progetto Unitario Convenzionato (PUC) previsto per la parte edificabile dell'area in questione.

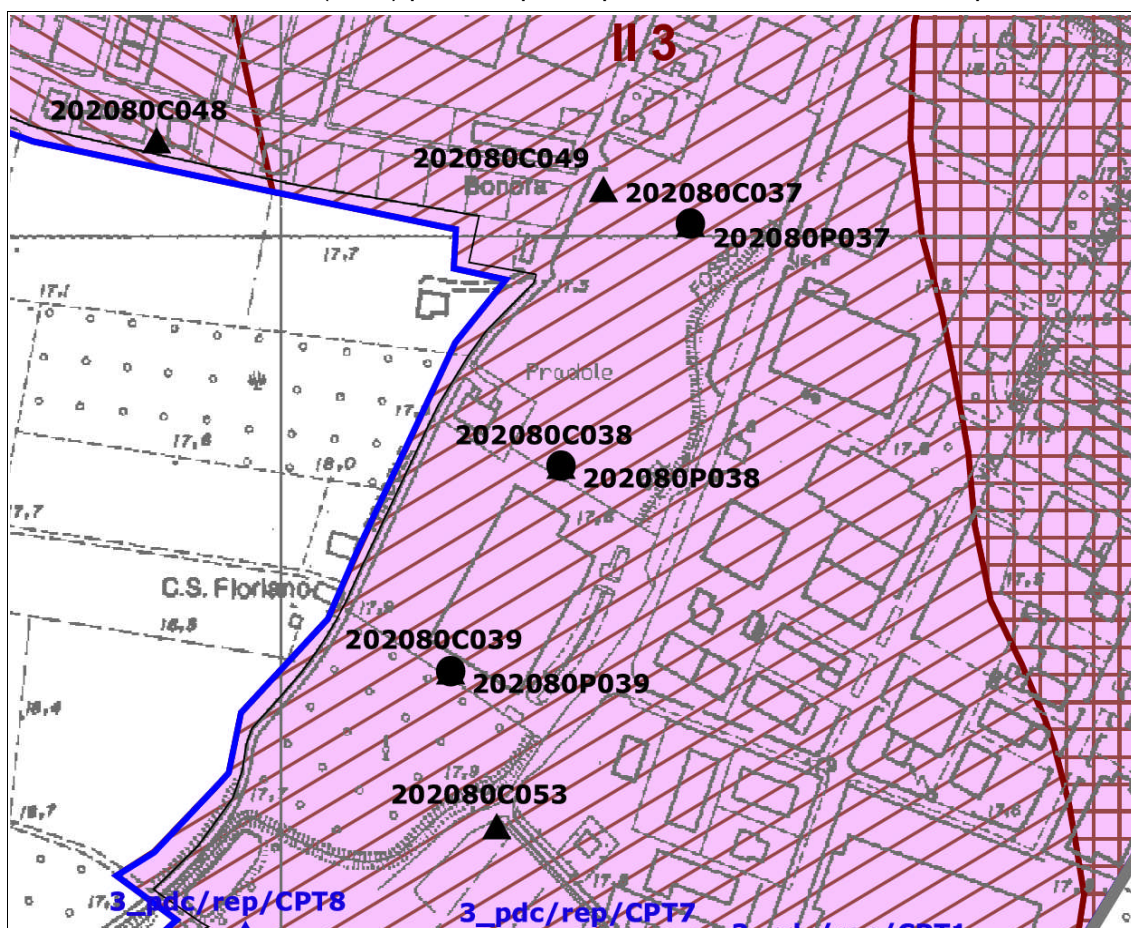


Figura 3.5 – Stralcio Tavola 2 <<Microzonazione Sismica semplificata>> (scala 1:5.000) - Variante al PSC in materia di rischio sismico.

La tavola 2 (figura 3.5) inserisce l'area in questione nella microzona "II-3" e fornisce gli esiti di risposta sismica di "secondo livello", qui sotto riportati (stralcio della legenda):



CONTESTO= "PIANURA 2" [VS30 = 200 m/s]

AMPLIFICAZIONE = FA (P<sub>ga</sub>) = 1.5

FA SI (0.1s-0.5s) = 1.8

FA SI (0.5s-1s) = 2.5

LIQUEFAZIONE = POSSIBILITA' DI LIQUEFAZIONE CON CEDIMENTI, TESSITURE E SPESSORI DA CONTROLLARE (RICHIESTI APPROFONDIMENTI DI III LIVELLO)

Peraltro, la normativa comunale e sovracomunale impone l'elaborazione di uno specifico studio di risposta sismica locale, da elaborare ai sensi della DAL 112/2007 nelle successive fasi di pianificazione, ovvero demandati all'approvazione del PUC.

### 3.5 Approfondimenti geologici e sismici richiesti per la fase di PUC

L'approvazione del Progetto Unitario Convenzionato (PUC) è subordinata all'elaborazione di una Relazione Geologica e Sismica che affronti gli ulteriori approfondimenti sismici di "terzo livello". In questo senso, si rammenta che tale Relazione dovrà essere elaborata in coerenza con la seguente normativa sismica di riferimento comunale e sovracomunale:

- Normativa sismica Variante in materia di rischio sismico PSC associato;
- Appendice al RUE - criteri operativi per le indagini e gli approfondimenti in materia sismica nel territorio comunale;
- Norme PTCP Variante in materia di riduzione del rischio sismico;
- DAL 112/2007 - Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.

Lo studio geologico e sismico del PUC dovrà elaborare:

1. un modello numerico di risposta sismica locale (ai sensi della DAL 112/2007);
2. verifiche quantitative della liquefacibilità dei sedimenti e dei cedimenti post sisma (sedimenti granulari e fini poco coesivi).

Per gli aspetti di analisi della liquefacibilità, si rimanda in particolare alle citate DAL 112/2007 e all'Appendice al RUE che definisce ulteriori criteri per l'elaborazione delle

verifiche richieste nel territorio comunale di Pieve di Cento.

In questa sede, si indicano le seguenti indagini minime, necessarie per affrontare l'ulteriore approfondimento geologico e sismico di "terzo livello":

<b>TIPO INDAGINI</b>	<b>N° MINIMO</b>	<b>PROF. MINIMA</b>
Penetrometrie statiche elettriche con punta dotata di piezocono	3	20m
Indagine geofisica per la stima della Vs30 (MASW o Re.Mi)	1	30m

Gli esiti delle penetrometrie CPTU permetteranno l'elaborazione delle verifiche quantitative più speditive riguardo la liquefacibilità e i cedimenti post sisma dei sedimenti granulari e/o poco coesivi investigati.

Gli esiti geognostici e geofisici ricavati dalle prove sopra indicate risulteranno inoltre propedeutiche all'elaborazione del modello numerico di risposta sismica locale richiesto ai sensi della DAL 112/2007.

Le indagini da espletare consentiranno la determinazione dei parametri meccanici di massima e la definizione tessiturale del sottosuolo indagato. Le prove geognostiche, infine, dovranno consentire la migliore definizione del livello statico della falda locale, informazione fondamentale anche per le analisi della liquefacibilità e dei cedimenti post sisma.



## **4 Conclusioni sulla fattibilità della variante**

Sulla base delle analisi geologiche e sismiche di carattere territoriale, espletate nel territorio comunale di Pieve di Cento, descritte nei precedenti capitoli, lo Scrivente esprime un giudizio positivo di fattibilità in merito ai contenuti della Variante al PSC 1/2013.

Si rammenta, peraltro, che il contesto geologico e sismico riscontrato nell'area oggetto di Variante, impone ulteriori approfondimenti, che dovranno risultare propedeutici alla predisposizione e all'approvazione del successivo Progetto Unitario Convenzionato (PUC). Gli approfondimenti consentiranno, infatti, di definire le scelte progettuali edificatorie più consone al contesto geologico e sismico locale.

Elaborazione:

dr. geol. Samuel Sangiorgi