

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA E NORMATIVE DI RIFERIMENTO..... | 1 |
| 2. VINCOLI GEOLOGICI, IDRAULICI, IDROGEOLOGICI E PAESISTICI..... | 6 |
| 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO..... | 7 |
| 4. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO | 9 |
| 5. ASSETTO LITOLOGICO-IDROGEOLOGICO PRELIMINARE DEL SOTTOSUOLO E STIMA DELLA PERMEABILITA' DEI TERRENI DI COPERTURA DELL'ACQUIFERO | 17 |
| 6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA LOCALE PRELIMINARE | 23 |
| 7. VERIFICA DI CONFORMITA' CON LA VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA VAS COMUNALE..... | 24 |
| 7.1 Profondità della falda | 24 |
| 7.2 Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee e Vulnerabilità della falda | 24 |
| 7.3 Sismicità locale | 25 |
| 7.4 Fattibilità geologica..... | 25 |
| 7. INDICAZIONI E PRESCRIZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE PRELIMINARI..... | 26 |

ALLEGATI

Allegato 1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Allegato 2 ANALISI GRANULOMETRICHE

Allegato 3 DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'

1. PREMESSA E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La presente relazione è finalizzata a valutare la fattibilità geologica/geotecnica e il modello litologico e idrogeologico preliminare del sottosuolo relativo all'intervento di edilizia residenziale previsto nel Piano Attuativo Comunale P.A.C. (indicato nella VAS come ambito di trasformazione T7) ubicato nel comune di Lodi in località C.na Codignola (cfr. Fig.1, Fig.2 e Fig.3) e, più precisamente tra la tangenziale est di Lodi e via Cavallotti. E' stata inoltre verificata la conformità del P.A.C. con quanto previsto nella Valutazione Ambientale Strategica-VAS comunale. Come visualizzato nella planimetria generale riportata in Fig.4 il P.A.C. prevede, oltre alla realizzazione di strade interne e di parcheggi, la costruzione di palazzine e ville unifamiliari e bifamiliari costituite da uno, due, tre o quattro piani fuori terra. Lo studio sulla fattibilità geologica/geotecnica è prescritto dall'art.52 del DPR. 6 giugno 2001 n°380 e s.m.e.i. "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia e dall'art.6.12 del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (indicato nel seguito con la sigla NTC/2008), nonché dalle Norme Geologiche di Piano del PGT.

Fig.1
Foto aerea



Fig. 4

Planimetria Piano Attuativo Comunale P.A.C. T7



Relazione sulla fattibilità geologica-geotecnica dell'intervento edilizio con definizione del modello geologico-idrogeologico preliminare del sottosuolo e verifica di conformità con la VAS comunale

Esso è stato redatto sulla base dei criteri indicati al capitolo C6.12 della Circolare 2 febbraio 2009 n°617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione delle NTC/2008" (indicata nel seguito con la sigla CIRC/2009). Considerando che lo studio riguarda la fattibilità dell'area di trasformazione urbanistica nel suo complesso e la verifica di conformità con la VAS comunale, dopo l'approvazione del P.A.C. dovranno essere predisposti gli studi geologici, geotecnici e sismici di dettaglio necessari all'ottenimento del titolo abilitativo edilizio comunale e per la progettazione esecutiva delle strutture di fondazione dei fabbricati, come prescritto dalla CIRC/2009 la quale prevede le seguenti relazioni specialistiche (§ C 10.1, punto 5.1):

- **relazione geologica** sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§6.2.1 delle NTC/2008 e § C6.2.1 della CIRC/2009)
- **relazione geotecnica** sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno (§6.2.2 delle NTC/2008 e §6.2.2 della CIRC/2009)
- **relazione sulla modellazione sismica** riguardante la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione (§3.2 delle NTC/2008 e §C3.2 della CIRC/2009).

Per quanto riguarda gli aspetti sismici, nella Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 marzo 2003 e nella delibera della Regione Lombardia n°14964 del 7 novembre 2003 di recepimento della classificazione sismica riportata nella suddetta ordinanza, il comune di Lodi è inserito in zona sismica 4 (sismicità molto bassa). Ai sensi delle NTC/2008 la zona sismica 1, 2, 3, 4 di un territorio individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase di pianificazione urbanistica/edilizia e pertanto la determinazione delle azioni sismiche non deve essere valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente prefissata, ma deve essere definita sito per sito sulla base delle sue coordinate e costruzione per costruzione. L'azione sismica deve essere quindi valutata in fase di progettazione dell'opera/intervento a partire da una "pericolosità sismica di base" utilizzando la metodologia indicata nelle NTC/2008. In relazione a quanto sopra la "Relazione sulla modellazione sismica riguardante la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione" prevista al capitolo C10 della CIRC/2009 potrà essere eventualmente ricompresa nella *relazione geologica* (§6.2.1 delle NTC/2008 e §C6.2.1 della CIRC/2009) prevista sempre al capitolo C10. In conclusione riprendendo quanto già sopra indicato **dopo l'approvazione comunale del P.A.C. sarà necessario realizzare uno studio geologico, geotecnico e sismico di dettaglio per definire il modello geologico/geotecnico e sismico sulla base del quale definire la stabilità geotecnica delle costruzioni.** In questa prima fase le condizioni geologiche e idrogeologiche generali della zona sono state definite con i dati riportati in bibliografia (*Componente geologica, idrogeologica e sismica* del Piano di Governo del Territorio del comune di Lodi, *Piano d'Ambito della Provincia di Lodi, PTCP*, studi inediti eseguiti nella provincia di Lodi dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pavia).

L'assetto litostratigrafico e idrogeologico preliminare del sottosuolo è stato ricavato con l'esecuzione di n°7 prove penetrometriche, di cui sei dinamiche SCPT e una statica CPT, di n°5 trincee esplorative con prelievo di campioni alcuni dei quali sottoposti ad analisi granulometriche e con i risultati di indagini pregresse eseguite nel territorio comunale di Lodi.

2. VINCOLI GEOLOGICI, IDRAULICI, IDROGEOLOGICI E PAESISTICI

Nella "Componente geologica, idrogeologica e sismica" del territorio comunale redatta a supporto del PGT, come indicato nell'All. 9A - *Carta della fattibilità geologica e delle azioni di piano* l'area in esame ricade nella "Classe 3b (Pianura lodense orientale) - *Fattibilità con consistenti limitazioni*" dove l'edificabilità è soggetta a particolari limitazioni in quanto l'area è caratterizzata da elevata vulnerabilità idrogeologica. A tal riguardo è vietato realizzare piani interrati. Inoltre ricade nella Fascia C del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico PAI (Fascia di esondazione per piena catastrofica), pertanto come prescritto all'art.4 delle Norme geologiche di Piano dovrà essere predisposta la relazione idraulica di dettaglio che valuti il tipo di rischio e la quota di sicurezza degli edifici.

Per quanto riguarda i rapporti dell'area con i pozzi ad uso idropotabile quelli più vicini sono ubicati in località Riolo quindi a notevole distanza dalla zona in esame.

Relativamente agli aspetti paesistici nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale PTCP, con riferimento alla Tav. 2.1b "Il sistema fisico naturale", il settore meridionale del P.A.C. è sottoposto a vincolo paesaggistico in quanto ricade nella fascia di rispetto di estensione 150 m della Roggia Squintana, corso d'acqua vincolato ai sensi dell'art. 142, comma 1 lettera c del D. Lgs. 42/2004 (Art.29 comma 11 Apparato normativo PTCP). Nella Tav 2.3b "Il Sistema paesistico e storico-culturale" l'area rientra negli "Ambiti caratterizzati da rilevante presenza di fontanili" (art. 32 comma 4 Apparato normativo PTCP) e confina sul lato nord con via Cavallotti (S.S.N°235) classificata come "Rete stradale storica" (art. 32 comma 6 Apparato normativo PTCP). Per quanto riguarda la Roggia Squintana, che nel PTCP fa parte dei "Canali e corsi d'acqua di valore storico" (art. 32 comma 8 Apparato normativo PTCP) sulla quale è prevista una fascia di rispetto idraulico di 10 m, il lato sud del P.A.C. dopo la realizzazione della tangenziale est di Lodi in seguito alla quale il tracciato della roggia è stato spostato, è posto ad una distanza superiore a 50 m.

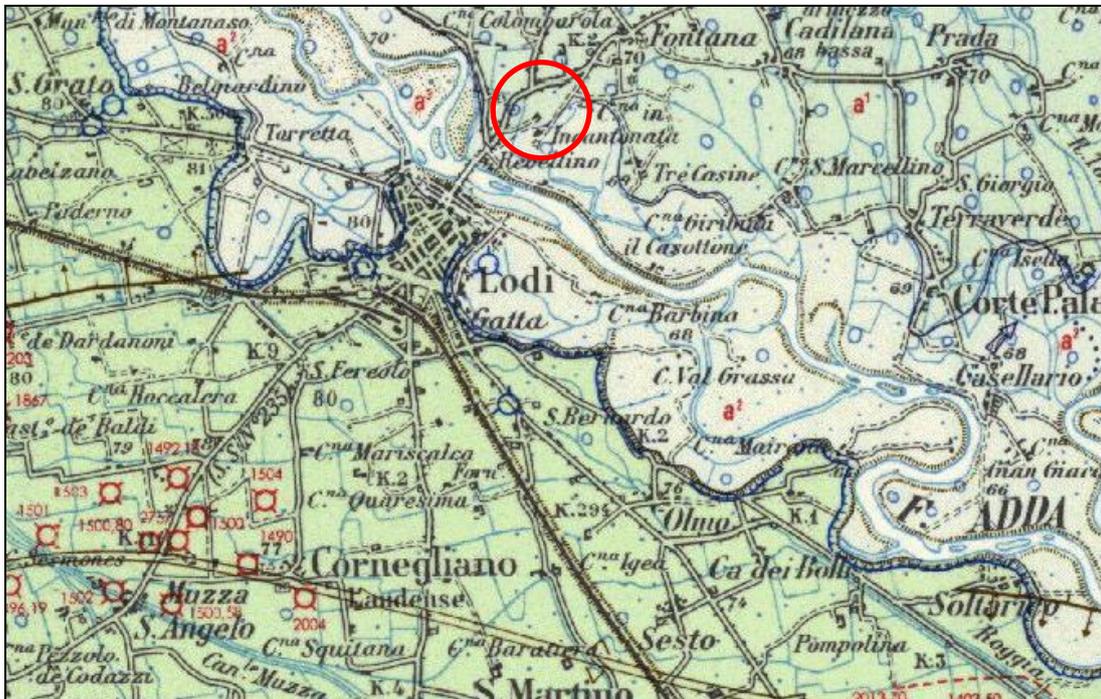
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

La zona in esame, con morfologia uniforme pianeggiante, è ubicata quasi interamente sul terrazzo alluvionale antico del F. Adda modellato nei depositi olocenici prevalentemente sabbioso ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi con copertura limoso sabbiosa, indicati nella Carta Geologica d'Italia, Foglio 60, Piacenza come "Alluvium antico - a¹" (cfr. Fig. 5 e All.1). Il margine sud del P.A.C. è impostato sul ripiano alluvionale recente (*Alluvium recente a²*) litologicamente costituito da alternanze di ghiaie, sabbie e limi.

All'interno dei suddetti depositi alluvionali è presente un'importante falda libera con direzione di flusso prevalente NW-SE. Sulla base dei dati riportati in bibliografia (*Piano d'Ambito della provincia di Lodi e Componente Geologica, idrogeologica e sismica PGT*) nel settore del P.A.C. impostato sul ripiano alluvionale antico la falda freatica risulta caratterizzata da valori di soggiacenza compresi tra 1.50÷3.50 m dal piano campagna con valori prossimi a 1.5 m durante la stagione irrigua. Nel settore meridionale invece trovandosi sul terrazzo recente la falda risulta più superficiale con valori inferiori a 1.5 m. Durante l'esecuzione delle indagini in sito (prove penetrometriche e trincee esplorative) la falda è stata riscontrata a profondità variabili da 2.85 a 3.40 m.

Fig. 5

Carta Geologica d'Italia Foglio 60, Piacenza

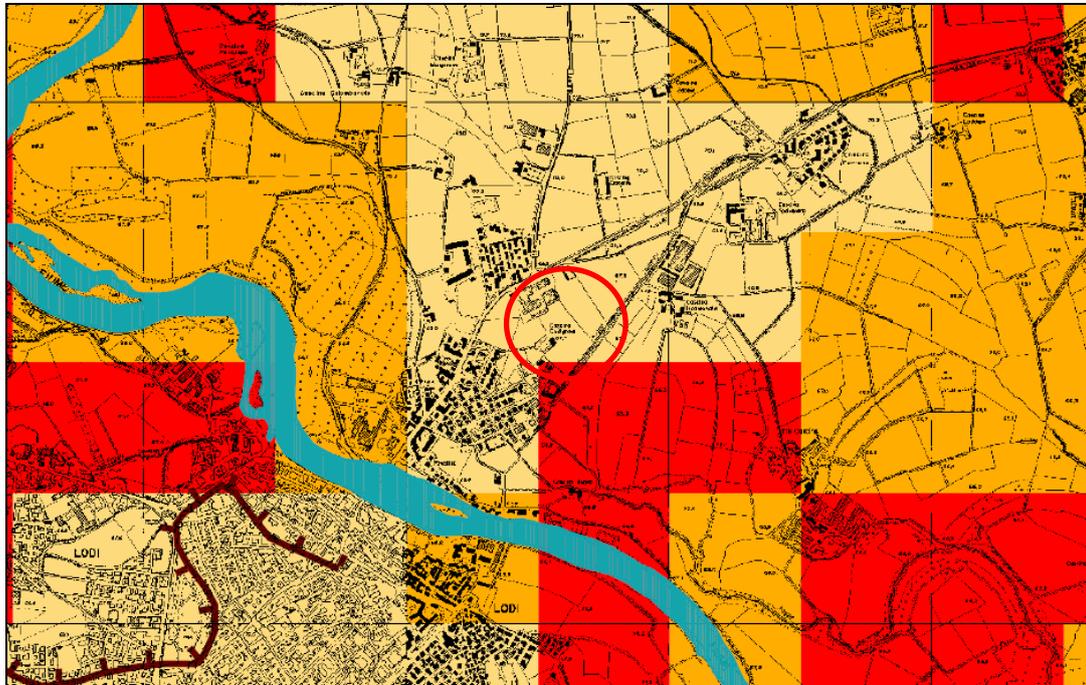


Relazione sulla fattibilità geologica-geotecnica dell'intervento edilizio con definizione del modello geologico-idrogeologico preliminare del sottosuolo e verifica di conformità con la VAS comunale

Secondo quanto riportato nel "Piano d'ambito della Provincia di Lodi" e nella "Componente geologica, idrogeologica e sismica" del PGT l'acquifero è caratterizzato da una vulnerabilità elevata agli inquinamenti di origine superficiale (cfr. Fig.6) per la mancanza, al suo tetto, di un orizzonte impermeabile sufficientemente potente ed esteso che lo protegga da infiltrazioni di materiali inquinanti dispersi in superficie o peggio ancora interrati.

Fig. 6

Stralcio "Carta della vulnerabilità"
Piano d'ambito della Provincia di Lodi



Classi di vulnerabilità

- Bassa
- Media
- Elevata
- Molto elevata
- Estremamente elevata

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

Al fine di valutare l'assetto litostratigrafico e geotecnico preliminare del sottosuolo in corrispondenza dell'area interessata dal P.A.C. sono state eseguite sei prove penetrometriche dinamiche SCPT (*Standard Cone penetration Test*) a punta conica tipo *Meardi-AGI* (penetrazione standard 30 cm - N_{30}), con profondità massima di 10.20 m dal piano campagna, una prova penetrometrica statica CPT (*Cone penetration Test*) e cinque trincee esplorative. L'ubicazione delle suddette indagini è riportata in Fig.7, mentre nelle foto 1÷10 è visualizzato il penetrometro e lo scavatore sui rispettivi punti d'indagine.

Fig. 7

Planimetria con ubicazione prove penetrometriche e trincee esplorative



Foto 1

Prova penetrometrica dinamica SCPT1



Foto 2

Prova penetrometrica dinamica SCPT2



Foto 3

Prova penetrometrica dinamica SCPT3



Foto 4

Prova penetrometrica dinamica SCPT4



Foto 5

Prova penetrometrica dinamica SCPT5



Foto 6

Trincea esplorativa TRa



Foto 7

Trincea esplorativa TRb



Foto 8

Trincea esplorativa TRc

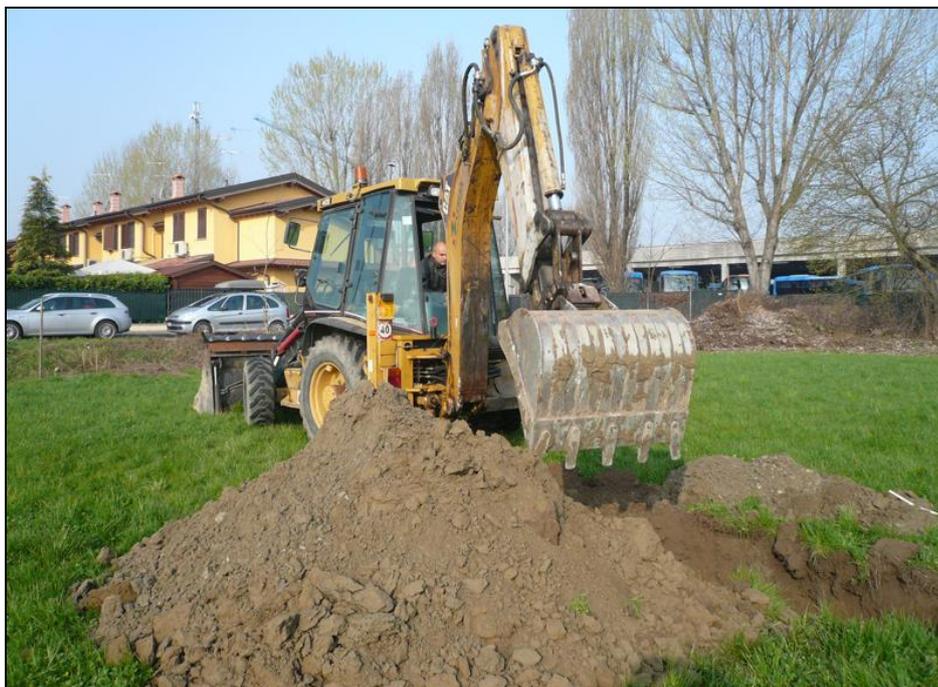


Foto 9
Trincea esplorativa TRd



Foto 10
Trincea esplorativa TRe



Le prove penetrometriche sono state realizzate utilizzando un penetrometro statico/dinamico DPSH "Pagani" con sistema d'ancoraggio ad eliche e capacità di spinta 10 t (cfr. Fig.8).

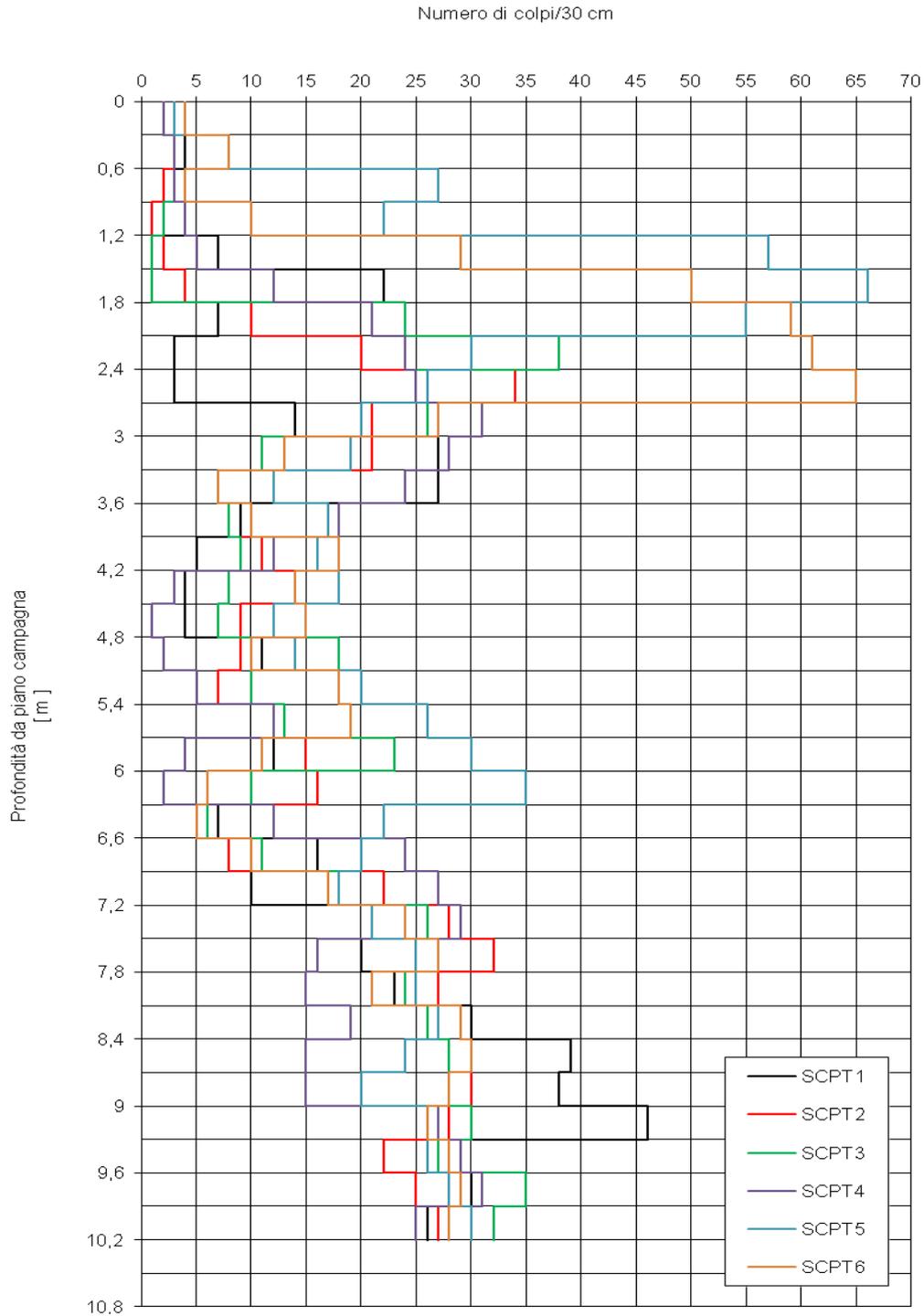
Fig. 8

Penetrometro dinamico Pagani TG 63-100 EML.C

La prova SCPT è stata effettuata senza tubazione di rivestimento in avanzamento misurando la resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standard, infissa per battitura nel terreno per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione, seguendo le normative AGI-1977. La prova CPT consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standard, infissa a velocità costante nel terreno (2 cm/sec) tramite un dispositivo di spinta che agisce alternativamente su una batteria di aste esterne e su un'interna, alla cui estremità inferiore è posta la punta conica tipo Begeman, a manicotto mobile, con le seguenti dimensioni: area trasversale 10 cm²; angolo di apertura del cono 60°; area del manicotto laterale 150 cm². La prova è stata condotta secondo le norme ISSMFE, 1989 *International Reference Test Procedure for Cone Penetration Test*. Nelle prove CPT e SCPT la misura della resistenza alla punta q_c e del numero di colpi N_{30} è eseguita durante tutta l'infissione della batteria di aste, per tratti successivi rispettivamente di 20 e 30 cm. Nel grafico di Fig.9 è visualizzato l'andamento del numero di colpi/30 cm N_{30} nelle sei prove SCPT.

Fig. 9

N₃₀ nelle sei prove penetrometriche dinamiche



Durante l'esecuzione delle trincee sono stati prelevati diversi campioni, tre dei quali sono stati successivamente sottoposti ad analisi granulometrica presso il laboratorio Geotecnalab s.r.l. di Pavia per avere un'indicazione sulla permeabilità dei terreni superficiali e di conseguenza fornire una valutazione sulla vulnerabilità della falda acquifera.

| Numero campione | Numero trincea | Profondità di prelievo da p.c. in m |
|--|----------------|-------------------------------------|
| TRa1 | TRa | 1.30 |
| TRb1-83300 ^(*) | TRb | 1.20 |
| TRc1-83301 ^(*) | TRc | 0.70 |
| TRc2 | TRc | 1.30 |
| TRd1-83302 ^(*) | TRd | 0.80 |
| ^(*) campione sottoposto ad analisi granulometrica | | |

5. ASSETTO LITOLOGICO-IDROGEOLOGICO PRELIMINARE DEL SOTTOSUOLO E STIMA DELLA PERMEABILITA' DEI TERRENI DI COPERTURA DELL'ACQUIFERO

L'assetto litologico preliminare del sottosuolo, definito con le prove penetrometriche e con le trincee esplorative, è rappresentato sino a 10 m di profondità dal piano campagna da limi argillosi, limi sabbiosi, sabbie e sabbie limose con spessore variabile da 0.80 m (cfr. SCPT4, SCPT5 e TR.d) a 2.70 m (cfr. SCPT2), a cui seguono alternanze di ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose e sabbie con grado di addensamento variabile. In particolare i terreni superficiali presentano un addensamento medio-basso, localmente anche basso (SCPT2, SCPT5, SCPT6), mentre quelli più grossolani sottostanti risultano addensati sino a 3÷3.5 m, mediamente addensati sino a 6.5÷7 m e poi ancora addensati. Nelle foto 11, 12, 13, 14 e 15 è visualizzata la litologia riscontrata nelle cinque trincee esplorative.

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico dell'area i suddetti terreni sono sede di una falda freatica con valori di soggiacenza generalmente compresi nell'intervallo 1.5÷3.5 m nel settore del P.A.C. ubicato sul ripiano alluvionale antico e inferiori a 1.5 m nel margine meridionale posto sul terrazzo recente. In particolare durante l'esecuzione delle indagini geognostiche la falda è stata rilevata a profondità variabili da 2.85 m a 3.40 m di profondità dal piano campagna. Si sottolinea che i valori di soggiacenza nel ripiano superiore risultano prossimi a 1.5 m nella stagione irrigua, pertanto il livello della falda direttamente misurato durante l'esecuzione delle trincee (marzo 2012) è da ritenersi la massima profondità della stessa considerando anche le scarse precipitazioni nel periodo autunno-inverno 2011÷2012.

Foto 11

Litologia trincea esplorativa TRa: profondità 3.10 m



Foto 12

Litologia trincea esplorativa TRb: profondità 3.60 m



Foto 13

Litologia trincea esplorativa TRc: profondità 3.30 m



Foto 14

Litologia trincea esplorativa TRd: profondità 3.80 m



Foto 15

Litologia trincea esplorativa TRd: profondità 3.30 m



Relazione sulla fattibilità geologica-geotecnica dell'intervento edilizio con definizione del modello geologico-idrogeologico preliminare del sottosuolo e verifica di conformità con la VAS comunale

Una stima della permeabilità dei terreni di copertura dell'acquifero è stata desunta dall'analisi delle curve granulometriche (*cfr.* All.2) dei campioni rimaneggiati prelevati nelle trincee TRb, TRc e TRd. Le caratteristiche litologiche e di permeabilità dei suddetti campioni sono riportate nella tabella sottostante.

| Numero campione | Litologia | Coefficiente di permeabilità K (m/s) |
|-------------------------|--------------------------------------|--|
| TRb1-83300 | Limi argilloso sabbioso | 10^{-7} (°) |
| TRc1-83301 | Limo con sabbia debolmente argilloso | 10^{-5} (°) |
| TRd1-83302 | Sabbia con ghiaia | $2.4 \cdot 10^{-3} \div 3.6 \cdot 10^{-3}$ (*) |
| (*) da formula di Hazen | | (°) da bibliografia |

In relazione alla eterogeneità litologica dei terreni superficiali (limi sabbiosi, limi argillosi sabbie e sabbie con ghiaia) ed in particolare alla loro diversa composizione granulometrica il grado di permeabilità degli stessi è molto variabile. Infatti si passa da una permeabilità bassa e medio-bassa nei limi argillosi e limi sabbiosi ad una permeabilità medio-alta nelle sabbie.

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA LOCALE PRELIMINARE

Per quanto riguarda il rischio sismico sulla base di quanto riportato nella D.g.r. 22 dicembre 2005 n°8/1566 (riferimento tabella 1) l'area oggetto del P.A.C. può essere classificata come zona a Pericolosità Sismica Locale PSL Z4a (*zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi*) soggetta a possibili effetti di amplificazione litologica e, limitatamente al margine sud, come zona PSL Z2 (*zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti e zone con depositi granulari fini saturi*) potenzialmente interessata da fenomeni di cedimenti/liquefazioni. Come citato in premessa il comune di Lodi è inserito nella O.P.C.M. n°3274/2003 nella *zona 4* (sismicità molto bassa), caratterizzata da un valore convenzionale di accelerazione orizzontale massima pari a

$$a_g = 0.05 \text{ g}$$

Ai sensi delle NTC/2008 la zona sismica 1, 2, 3, 4 di un territorio individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase di pianificazione urbanistica/edilizia e pertanto la determinazione delle azioni sismiche non deve essere valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente prefissata, ma deve essere definita sito per sito sulla base delle sue coordinate e costruzione per costruzione.

Nelle successive fasi di progettazione dovrà essere definita la pericolosità sismica di base propria del sito sulla base di quanto indicato nelle NTC/2008 e nella successiva Circolare n°617/2009. Sulla base dei risultati delle indagini geognostiche eseguite e dei dati in possesso i terreni in esame possono essere classificati in via preliminare come **Suolo C** [*depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ Kpa)*].

7. VERIFICA DI CONFORMITA' CON LA VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA VAS COMUNALE

Per quanto riguarda la conformità del Piano Attuativo Comunale P.A.C. con quanto indicato nella Valutazione Ambientale Strategica-VAS, relativamente agli aspetti di pertinenza geologica, idrogeologica e sismica, sono stati valutati i seguenti elementi di criticità, descritti nei successivi paragrafi: profondità della falda, capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee-vulnerabilità della falda, sismicità locale e fattibilità geologica.

7.1 Profondità della falda

Sulla base dei dati riportati in bibliografia (*Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, Piano d'Ambito della provincia di Lodi*) e di quanto direttamente verificato con le indagini in sito nella zona in esame la falda freatica risulta caratterizzata da valori di soggiacenza compresi nell'intervallo 1.5÷3.5 m nel settore del P.A.C. ubicato sul ripiano alluvionale antico e inferiori a 1.5 m nel margine meridionale posto sul terrazzo recente. In particolare durante l'esecuzione delle indagini geognostiche la falda è stata rilevata a profondità variabili da 2.85 m a 3.40 m di profondità dal piano campagna.

7.2 Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee Vulnerabilità della falda

Il grado di vulnerabilità di una falda acquifera dipende dallo spessore totale e dalla conducibilità idraulica (espressa dal coefficiente di permeabilità K) dei sedimenti soprastanti l'acquifero. L'assetto litologico preliminare del sottosuolo, definito con le prove penetrometriche e con le trincee esplorative, è rappresentato sino a 10 m di profondità dal piano campagna da limi argillosi, limi sabbiosi, sabbie e sabbie limose con spessore variabile da 0.80 m (*cf.* SCPT4, SCPT5 e TR.d) a 2.70 m (*cf.* SCPT2), a cui seguono alternanze di ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose e sabbie con grado di addensamento variabile.

Sulla base del suddetto assetto litostratigrafico i terreni di tamponamento della falda, sono caratterizzati da litologie molto variabili con permeabilità da medio-bassa a medio-alta. Pertanto, considerando la superficialità della falda stessa, l'acquifero non risulta protetto da eventuali inquinanti provenienti dalla superficie e, come anche riportato nella carta della vulnerabilità idrogeologica del *Piano d'Ambito della provincia di Lodi*, e nello studio geologico del PGT l'acquifero in oggetto è caratterizzato da un elevato grado di vulnerabilità agli inquinamenti di origine superficiale e di conseguenza la capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee e dei terreni soprastanti la falda risulta bassa.

7.3 Sismicità locale

Nelle Ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/2003 e 3519/2006 e nella Delibera della Regione Lombardia n°61/1107 del 17/11/2003 di recepimento della classificazione sismica riportata nelle suddette ordinanze, il comune di Lodi è inserito in zona sismica 4 (sismicità molto bassa). Per quanto riguarda il rischio sismico sulla base di quanto riportato nella D.g.r. n°9/2616 del 30 novembre 2011 l'area in oggetto del P.A.C. può essere classificata come zona a Pericolosità Sismica Locale PSL Z4a (*zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi*), soggetta a possibili effetti di amplificazione litologica e, limitatamente al margine sud, come zona PSL Z2 (*zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti e zone con depositi granulari fini saturi*) potenzialmente interessata da fenomeni di cedimenti/liquefazioni.

7.4 Fattibilità geologica

Nella *Carta della fattibilità geologica e delle azioni di piano (All.9a)* del PGT di Lodi l'area in esame ricade nella "*Classe 3b (Pianura lodense orientale) - Fattibilità con consistenti limitazioni*" dove l'edificabilità è soggetta a particolari limitazioni in quanto l'area è caratterizzata da elevata vulnerabilità idrogeologica.

Le criticità geologiche, idrogeologiche e sismiche caratteristiche della zona interessata dal Piano Attuativo Comunale sopra descritte risultano generalmente concordi con quanto indicato nel rapporto ambientale della VAS del comune di Lodi ed in particolare *nell'All.1-Schede ambiti di trasformazione* ad esclusione della profondità della falda e della capacità protettiva dei suoli-vulnerabilità della falda.

7. INDICAZIONI E PRESCRIZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE PRELIMINARI

I risultati dell'indagine non hanno evidenziato particolari controindicazioni di carattere geologico, idrogeologico e geotecnico per la realizzazione dell'intervento edilizio.

Per la progettazione definitiva-esecutiva degli edifici sarà necessario definire nel dettaglio il modello geologico/geotecnico/sismico del sottosuolo per le verifiche statiche e dinamiche previste dalle NTC/2008. In particolare i risultati delle indagini preliminari condotte possono essere così sintetizzati:

1. l'area in esame con morfologia uniforme pianeggiante, è ubicata quasi interamente sul terrazzo alluvionale antico del F. Adda modellato nei depositi olocenici prevalentemente sabbioso ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi con copertura limoso sabbiosa, indicati nella Carta Geologica d'Italia, Foglio 60, Piacenza come "*Alluvium antico - a¹*". Il margine sud del P.A.C. è impostato sul ripiano alluvionale recente (*Alluvium recente a²*) litologicamente costituito da alternanze di ghiaie, sabbie e limi;
2. sulla base dei risultati delle indagini geognostiche eseguite all'interno del P.A.C. e dei dati in possesso l'assetto litologico preliminare del sottosuolo è rappresentato sino a 10 m di profondità dal piano campagna da limi argillosi, limi sabbiosi, sabbie e sabbie limose con spessore variabile da 0.80 m (*cfr.* SCPT4, SCPT5 e TR.d) a 2.70 m (*cfr.* SCPT2), a cui seguono alternanze di ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose e sabbie con grado di addensamento variabile. In particolare i terreni superficiali presentano un addensamento medio-basso, localmente anche basso (SCPT2, SCPT5, SCPT6), mentre quelli più grossolani sottostanti risultano addensati sino a 3÷3.5 m, mediamente addensati sino a 6.5÷7 m e poi ancora addensati;
3. per quanto riguarda l'assetto idrogeologico dell'area i terreni sopra descritti sono sede di una falda freatica con valori di soggiacenza generalmente compresi nell'intervallo 1.5÷3.5 m nel settore del P.A.C. ubicato sul ripiano alluvionale antico e inferiori a 1.5 m nel margine meridionale posto sul terrazzo recente. In particolare durante l'esecuzione delle indagini geognostiche la falda è stata rilevata a profondità variabili da 2.85 m a 3.40 m di profondità dal piano campagna. Si sottolinea che i valori di soggiacenza nel ripiano superiore risultano prossimi a 1.5 m nella stagione irrigua, pertanto il livello della falda direttamente misurato durante l'esecuzione delle trincee (marzo 2012) è da ritenersi la massima profondità della stessa considerando anche le scarse precipitazioni nel periodo autunno-inverno 2011÷2012;

Relazione sulla fattibilità geologica-geotecnica dell'intervento edilizio con definizione del modello geologico-idrogeologico preliminare del sottosuolo e verifica di conformità con la VAS comunale

4. l'acquifero in oggetto è caratterizzato da un elevato grado di vulnerabilità agli inquinamenti di origine superficiale, per la mancanza, al suo tetto, di un orizzonte impermeabile sufficientemente potente ed esteso che lo protegga da infiltrazioni di materiali inquinanti dispersi in superficie o peggio ancora interrati. Pertanto con riferimento alle normative vigenti non si potranno realizzare i sistemi di smaltimento delle acque reflue che prevedono dispersione nel suolo (esempio sub-irrigazione) e si dovranno adottare tutti quegli accorgimenti tecnici che escludano la possibilità di infiltrazioni nel sottosuolo;
5. l'intera zona interessata dal P.A.C. ricade nella Fascia C del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico PAI (Fascia di esondazione per piena catastrofica), pertanto come prescritto all'art.4 delle Norme geologiche di Piano dovrà essere predisposta la relazione idraulica di dettaglio redatta da tecnico abilitato che valuti il tipo di rischio e la quota di sicurezza degli edifici;
6. relativamente agli aspetti geotecnici la tipologia fondazionale da adottare per i fabbricati dovrà basarsi su un attendibile modello geologico e geotecnico del sottosuolo che viene ottenuto solo con un'adeguata e approfondita campagna di indagini geognostiche distribuita uniformemente in corrispondenza dei vari edifici;
7. in fase di progetto definitivo/esecutivo dovranno inoltre essere definiti gli aspetti geotecnici per la realizzazione della viabilità.

Lodi, 4 aprile 2012

Dott. Geol. Giovanni Viganò

(Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1051)



Dott. Geol. Stefania Branchi

(Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1007)



SERENA COSTRUZIONI S.R.L. - Corso Venezia, 10 - MILANO

COMUNE DI LODI (LO)

PIANO ATTUATIVO COMUNALE T7 DENOMINATO CODIGNOLA

Relazione sulla fattibilità geologica-geotecnica dell'intervento edilizio con definizione del modello geologico-idrogeologico preliminare del sottosuolo e verifica di conformità con la VAS comunale

Allegato 1

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

SERENA COSTRUZIONI S.R.L. - Corso Venezia, 10 - MILANO

COMUNE DI LODI (LO)

PIANO ATTUATIVO COMUNALE T7 DENOMINATO CODIGNOLA

Relazione sulla fattibilità geologica-geotecnica dell'intervento edilizio con definizione del modello geologico-idrogeologico preliminare del sottosuolo e verifica di conformità con la VAS comunale

Allegato 2

ANALISI GRANULOMETRICHE

SERENA COSTRUZIONI S.R.L. - Corso Venezia, 10 - MILANO

COMUNE DI LODI (LO)

PIANO ATTUATIVO COMUNALE T7 DENOMINATO CODIGNOLA

Relazione sulla fattibilità geologica-geotecnica dell'intervento edilizio con definizione del modello geologico-idrogeologico preliminare del sottosuolo e verifica di conformità con la VAS comunale

Allegato 3

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'