

STUDIO GEOLOGICO PARZIALE A SUPPORTO DI VARIANTE URBANISTICA

DOCUMENTO:

RELAZIONE GEOLOGICA

RIFERIMENTI NORMATIVI

D.M. 17.01.2018 (N.T.C. P.TO 6.2.1) - D.G.R. IX/2616 30.11.2011

TIPOLOGIA DI OPERA

AMPLIAMENTO EDIFICIO ESISTENTE CON CONTESTUALE RICHIESTA DI VARIANTE URBANISTICA AI SENSI DELL'ART. 97 DELLA LR 12/2005 E DELL'ART. 8 DEL DPR 160/2010.

PROVINCIA

MANTOVA

COMUNE

CURTATONE

INDIRIZZO

VIA VITTORINA GEMENTI, 58 46010 - S. SILVESTRO CURTATONE (MN)

RIFERIMENTI CATASTALI

FOGLIO 24 MAPPALI 51-52-63-64-448



DATA

31/10/2018

COMMITTENTE

CASEIFICIO SAN SILVESTRO S.P.A. (P.IVA 00141230201)



IL TECNICO

DOTT. GEOL. PASINI PAOLO

1. PREMESSA	2
2. MODELLO GEOLOGICO	3
3. INQUADRAMENTO URBANISTICO.....	10
4. SCELTA DEL TERREMOTO DI PROGETTO E STIMA DEGLI EFFETTI DI SITO.....	12
5. PROPOSTA DI UN MODELLO GEOTECNICO.....	15
6. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE.....	16
7. CONCLUSIONI	19

ALLEGATI

RELAZIONE GEOLOGICA

1. PREMESSA

Su incarico e per conto della ditta Caseificio San Silvestro Spa con sede legale in Via Vittorina Gementi m. 58 a San Silvestro di Curtatone (MN), è stato eseguito uno studio finalizzato alla definizione delle caratteristiche geologiche dell'area ricadente all'interno della proprietà aziendale, distinta ai **mappali 51-52-63-64-448 del Foglio 24 del C.C. di Curtatone (MN)**, il quale sarà interessato dall'ampliamento di un edificio esistente con conseguente variante urbanistica, la quale si rende necessaria ai sensi dell'art. 97 della LR 12/2005e dell'art. 8 del DPR 160/2010. La presente relazione geologica costituisce uno studio preliminare delle caratteristiche dell'ambiente sottosuolo e idrico, due componenti necessarie alla definizione dello stato dell'ambiente naturale all'interno del quale sarà inserita l'opera in progetto.

Lo studio è stato redatto su richiesta del **Comune di Curtatone** ed è stato predisposto ai sensi **dell'art. 25 della L.R. 12/05** e secondo i "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11/03/05 n°12", emanate con D.G.R. n°8/1566 del 22/12/2005 e s.m.i. Il Comune di **Curtatone** è fornito di Piano Di Governo del Territorio che comprende lo studio geologico conforme alla L.R. 12/05, quindi vengono riprodotti esclusivamente gli elaborati cartografici riferiti a tale disposto normativo. Viene di seguito fornita una rapida disamina delle normative che hanno ricaduta sulla procedura dello studio in esame. A seguito della **Deliberazione dell'Autorità di Bacino n°18 del 26/4/2001** "Adozione del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico per il bacino idrografico di rilievo nazionale del Fiume Po" e del successivo D.P.C.M. del 24/5/2001 (pubblicato sulla G.U. della Repubblica Italiana n°183 del 8/8/2001) di approvazione, il PAI è entrato definitivamente in vigore portando effetti immediati in termini di indirizzi urbanistici e limitazioni d'uso del suolo.

Il Comune di **Curtatone** non risulta in ogni caso inserito in alcuno degli elenchi allegati alla D.G.R. n° 7/7365 del 11/12/2001, "Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI) in campo urbanistico. Art.17, comma 5, della Legge 18 maggio 1989 n°183", e risulta quindi esonerato dall'applicazione delle procedure di cui all'art. 18 delle NdA del PAI. Le direttive emanate con **D.G.R. n° 7/7868 del 25/01/02** e successive modifiche attribuiscono ai comuni nuovi compiti in materia di Polizia Idraulica che richiedono, in attuazione della L.R. 1/2000, l'individuazione del reticolo idrico minore e delle relative norme per la predisposizione dei provvedimenti autorizzativi e concessori. Il **D.Lgs. 152/06** costituisce il riferimento legislativo da applicare all'interno delle fasce di tutela istituite per le opere di captazione delle acque ad uso potabile. **L'Ordinanza n°3274 del 20/03/03** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica", ha di fatto modificato

la classificazione sismica del territorio nazionale. L'ordinanza richiede alle Regioni di eseguire la valutazione di *ag* sul proprio territorio e quindi di assegnare ogni area ad una delle zone della nuova classificazione. Il **Comune di Curtatone** è stato incluso in **ZONA 3** come individuato dall'Allegato A della stessa ordinanza e dall'Allegato A della D.G.R. n° 7/14964 del 7/11/03. Nel presente studio è inserito un approfondimento in prospettiva sismica, secondo le procedure e metodologie dettate dalle norme vigenti (D.M. 17/01/18). I criteri e le procedure adottati per la redazione della presente relazione consentono di definire il modello geologico ed una stima geotecnica di sito. Lo studio dell'area è stato effettuato attraverso il reperimento e l'analisi delle fonti bibliografiche disponibili ed attraverso un rilievo in sito, atto ad inquadrare l'area dal punto di vista geologico e geomorfologico. Si sono utilizzati i risultati di n°1 prova penetrometrica statica eseguita dallo scrivente in prossimità nel sito in esame e di una n°1 indagine geofisica eseguita con tecnica MASW.

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

L'area oggetto dello studio è catastalmente individuata al fg. 24 mappali 51-52-63-64-448 ed è collocata nella Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 alla sezione "E7c5 - Virgilio". La quota media dei terreni è valutabile in circa 24 m.s.l.m come deducibile dalla CTR scala 1:10000.



Fotografia 1

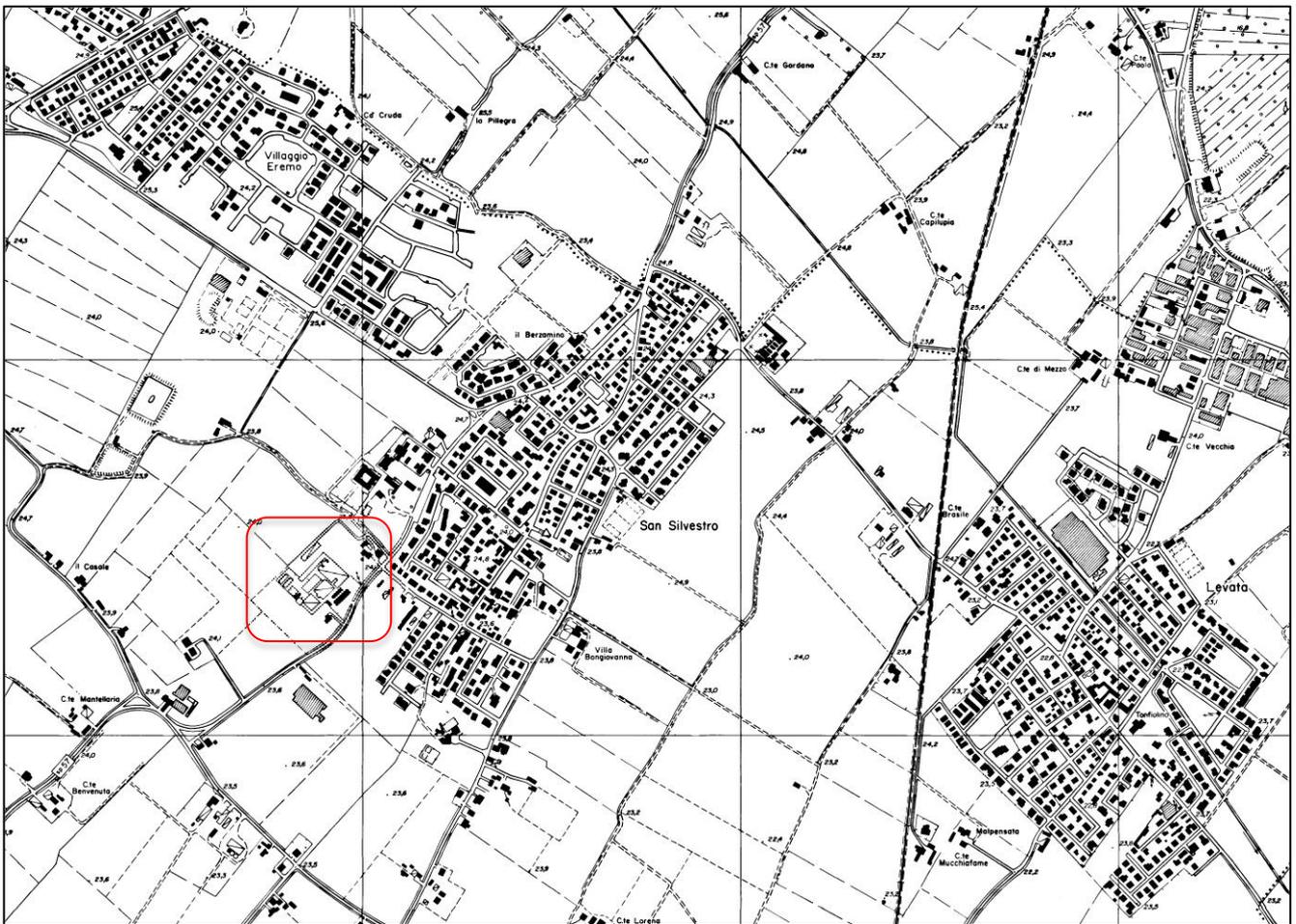


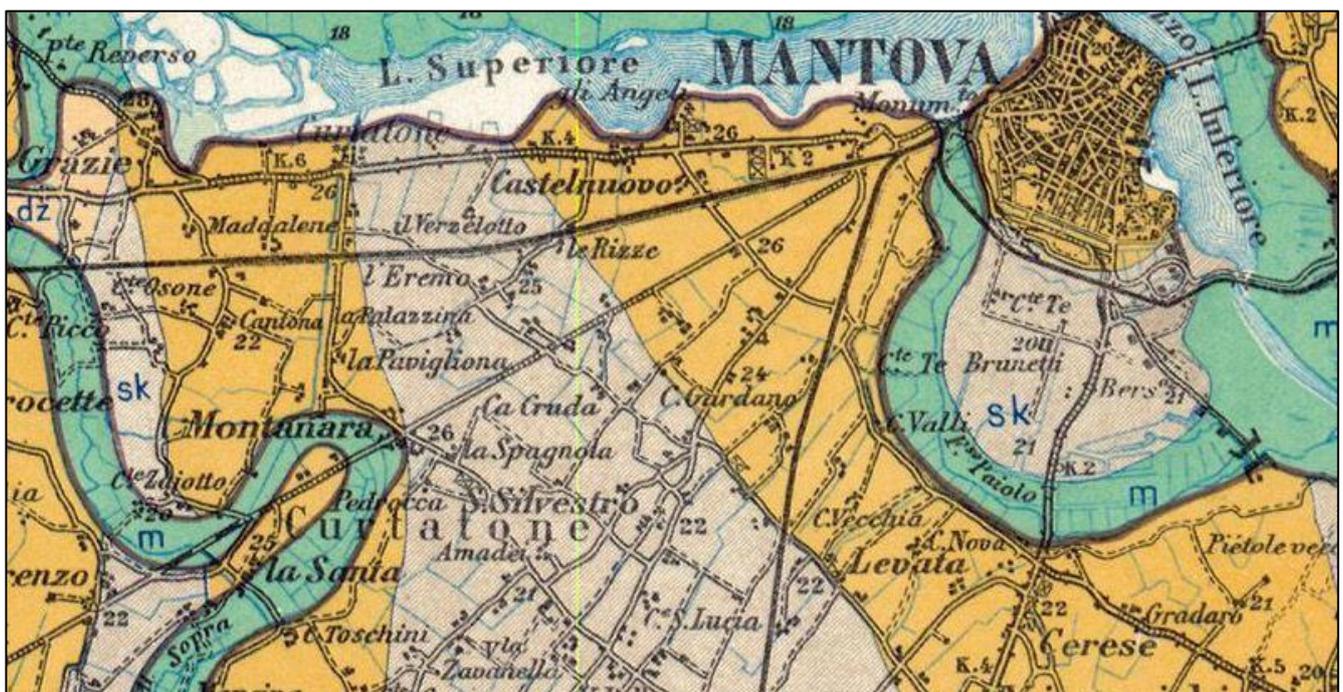
Fig 1 area in esame

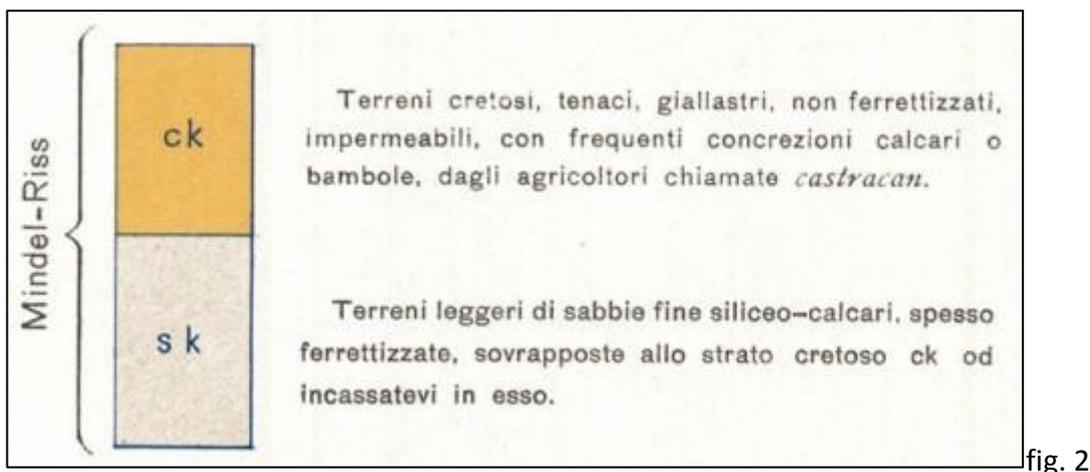
2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'evoluzione geologica di tutta la fascia pedemontana è collegata allo sviluppo del processo orogenetico alpino. In particolare, l'imponente fenomeno di sedimentazione che si registra a partire dal Pliocene, è collegato alla presenza dell'avanfossa alpina, che si va a raccordare, oltre i 7.000 di profondità nel sottosuolo della Pianura Padana, con le propaggini dell'avanfossa appenninica. Se nel Pleistocene il bacino padano era occupato da acque marine, periodicamente caratterizzate da fenomeni di regressione e d'ingressione, nel Pleistocene medio – superiore e compiutamente nel Pliocene si va delineando il riempimento ad opera degli scaricatori fluvio – glaciali a Nord e fluviali a Sud. Durante i vari intervalli interglaciali, e soprattutto nel corso dell'ultima fase post glaciale, si va strutturando il progressivo riempimento delle aree esterne agli apparati morenici: le conoidi ciottolose – ghiaiose – sabbiose dell'alta pianura (sandur), passano a depositi via via più fini (sabbie, limi e argille) nella media e poi bassa pianura. La gradazione e l'interdigitazione di tali depositi è tipicamente di conoidi, con sovrapposizione dei depositi legati alla dinamica fluviale. Dal punto di vista **geomorfologico** il territorio è caratterizzato da alcuni lineamenti chiaramente riferibili alle passate glaciazioni, che qui hanno lasciato un'impronta indelebile del loro passaggio. L'alternarsi di

fasi glaciali ed interglaciali, l'erosione e il trasporto di materiale, in seguito rimaneggiato dagli scaricatori fluvioglaciali e rideposto, costituiscono le componenti fondamentali dei processi che hanno contribuito al modellamento della superficie topografica attuale. Dal punto di vista morfologico, l'area ricade all'interno della unità conosciuta in letteratura come media pianura mantovana. Essa si estende a S dell'anfiteatro morenico frontale del Garda ed è costituita da depositi fluvioglaciali e fluviali di pertinenza del fiume Mincio, il quale rappresentò il maggior "scaricatore" del ghiacciaio gardesano e che in passato ha trasportato una massa enorme di materiale litoide. Questo materiale, in funzione del regime idraulico del momento, è pervenuto a latitudini diverse con granulometrie eterogenee e variamente classate; infatti l'attività del fiume Mincio e dei numerosi scaricatori fluvioglaciali, uscendo dalla cerchia morenica frontale del Benaco, abbandonavano i materiali trasportati man mano che l'energia di trasporto andava diminuendo, determinando una gradazione granulometrica da N verso S. L'elemento morfologico più rilevante è rappresentato dal fiume stesso, che scorre incassato rispetto all'ampia zona terrazzata circostante, costruita dal Mincio durante le fasi glaciali ed interglaciali, quando questo possedeva portate e capacità di trasporto ben superiori alle attuali. A testimonianza di queste fasi rimangono oggi tre ordini di terrazzi. L'evoluzione dei corsi d'acqua nel tempo sono stati influenzati dai fenomeni di subsidenza (che hanno interessato l'intera Pianura Padana) e dalla tettonica profonda. La tettonica profonda non solo ha condizionato la deposizione dei sedimenti alluvionali, ma quasi sicuramente li ha interessati fino agli strati più superficiali, con fasi tettoniche che si sono succedute sino ad epoche recentissime, anche se molti movimenti sono imputabili al semplice costipamento differenziale dei sedimenti. L'assetto altimetrico e morfologico di questo tratto di pianura è la risultante dell'evoluzione della rete idrografica, che a sua volta dipende dai movimenti tettonici, dalla subsidenza naturale e dall'intervento antropico. I fiumi che scorrono in questa porzione di bassa pianura si trovano in uno stadio di maturità evolutiva in cui la fase deposizionali prevale su quella erosiva a causa della bassa capacità di deflusso e dell'esigua capacità di trasporto; questo quadro è confermato dalla presenza di meandri e di alvei pensili che hanno reso necessaria la costruzione di argini artificiali. In assenza di argini artificiali i fiumi tendono a divagare e quando le acque di piena traboccano si verifica un deposito differenziato con la sedimentazione di elementi fini o grossolani in funzione della diversa energia cinetica della corrente. In prossimità dell'alveo il fiume tende a depositare materiali più grossolani formando dossi di tracimazione (argini naturali), oltre che ventagli e canali di esondazione in corrispondenza delle rotte; tali emergenze morfologiche si manifestano sia lungo i corsi attuali dei fiumi che in corrispondenza di alvei abbandonati (paleoalvei). Nelle aree distali più depresse, poste tra un fiume e l'altro, l'energia cinetica della corrente diminuisce ed i depositi si fanno sempre più fini per diventare prevalentemente argillosi nelle bassure dove la prolungata permanenza delle acque favorisce la

sedimentazione delle particelle in sospensione. Per la maggiore costipabilità dei materiali fini rispetto a quelli sabbiosi, si determina poi un aumento dei dislivelli fra i dossi dei paleoalvei e le valli, oltre che fra la rete idrografica ed il livello medio del territorio. In questa situazione, in concomitanza con gli eventi alluvionali, è possibile che un fiume cambi il suo percorso. In questo meccanismo “naturale” è intervenuto l’uomo che, innalzando argini artificiali ed emungendo acqua dal sottosuolo, accelerando i processi di costipazione e di subsidenza, ha modificato la dinamica deposizionale e quindi l’assetto morfologico del territorio. La costruzione di argini artificiali, in questa zona, si è completata nel XV secolo; a partire da questo periodo i fiumi sono stati canalizzati entro percorsi ben definiti e non hanno più avuto possibilità di aprirsi, dopo una rotta, nuovi percorsi. Di conseguenza le alluvioni degli ultimi 500 anni hanno determinato un classamento ben preciso dei depositi per cui troviamo sedimenti più grossolani e sedimenti più fini rispettivamente nelle vicinanze e nelle zone più lontane dai percorsi attuali dei fiumi. Questo spiega perché antichi dossi corrispondenti a paleoalvei siano stati ricoperti da sedimenti più fini (specie nella zona orientale, altimetricamente più bassa e più esposta alle inondazioni recenti) che hanno notevolmente uniformato la morfologia dell’area. Il bacino necessario per contenere questi sedimenti è generato da un processo naturale di subsidenza: le velocità di subsidenza nelle aree di pianura alluvionale con una deposizione attiva sono tipicamente 0,2 - 5 mm all’anno. La geologia di superficie è caratterizzata dal passaggio tra formazioni con argilla prevalente, cretose, tenaci (periodo interglaciale Mindel-Riss - ck in carta geologica), non ferrettizzate, con frequenti concrezioni calcaree e poca sabbia, a terreni più leggeri, ricchi di sabbia dello stesso periodo deposizionale (sk in carta geologica), diversamente sovrapposte ed intersecate fra di esse.





2.4.1 RISCHIO IDRAULICO

Per quanto riguarda l'eventuale insorgenza di rischio idraulico legato ai corsi d'acqua fluenti nel territorio comunale o in sua prossimità, si è fatto riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) adottato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po n.18/2001 del 26.04.2001. La legge 18 maggio 1989 n. 183 recante "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" ha dato il via alla riorganizzazione di tutta la materia riguardante la difesa del suolo, prevedendo la ripartizione del territorio nazionale in bacini idrografici classificati di rilievo nazionale, interregionale e regionale, nonché l'istituzione delle Autorità di Bacino che devono provvedere alla redazione dei piani di bacino. I piani di bacino hanno valore di piano territoriale di settore e sono prevalenti rispetto agli strumenti di pianificazione comunale. L'intera regione Lombardia è ricompresa nel bacino nazionale del fiume Po. Allo stato attuale è stato approvato il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), che individua e regola le attività nelle fasce di pertinenza fluviale sull'asta del fiume Po e sui principali affluenti. Le fasce fluviali sono classificate in: fascia di deflusso della piena (Fascia A), fascia di esondazione esterna alla precedente (Fascia B) e area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C); per ciascuna fascia sono perseguiti obiettivi specifici di tutela e regolamento dell'uso del suolo. Per quanto riguarda il rischio alluvioni, l'area in esame, secondo il Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (PGRA), adottato ai sensi della Direttiva europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, ricade all'interno del bacino del Po nella **macrozona 2. Settore intermedio della pianura padana** (*Zona di espansione delle piene su superfici da 10.000 a 30.000 ha. Sviluppo dei fenomeni per rottura impulsiva di argine e progressiva sommersione della pianura circostante. Le inondazioni avvengono per inadeguatezza del reticolo secondario e coinvolgono centri abitati e infrastrutture di rilevante importanza. Il sistema idrografico principale è costituito dall'asta del Po e dagli affluenti, quello secondario è costituito dalla rete artificiale di bonifica, prevalentemente a scolo meccanico*). In particolare essa fa parte dell'ambito territoriale RP (Reticolo principale) le cui caratteristiche di pericolosità sono sotto illustrate. Valutando le Mappe di pericolosità e rischio approvate dalla

Regione Lombardia nel PGRA, allegate alla presente, l'area **ricade all'esterno della fascia di probabilità L=rara** di alluvioni o scenari di eventi (H=frequente; M=poco frequente; L=raro) **con rischio non definibile** quindi secondo la classica scala adottata in queste situazioni (R4=molto elevato; R3=elevato; R2=medio; R1=moderato). Anche dal punto di vista neotettonico, non sono presenti in sito faglie capaci e la struttura riconosciuta nel sottosuolo più vicina all'area in esame è la faglia sepolta di Piadena, di cui si terrà conto nella definizione degli spettri di progetto ricorrendo ai dati pubblicati dall'INGV.

Tabella riepilogativa scenari di inondazione

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
Scenario	TR (anni)		RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

2.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il territorio di pertinenza di questo studio appartiene al grande bacino padano, in cui lo spessore dell'acquifero per l'area qui considerata è mediamente di 300 ÷ 400 m. Non viene fatta una distinzione tra depositi marini e continentali, ma viene assunta come riferimento l'interfaccia fra acque dolci e salate. I depositi sedimentari, formati da ghiaie, sabbie, limi e argille, caratterizzati da transizioni verticali ed orizzontali, danno luogo a falde libere, artesiane e semiartesiane. L'acquifero presente nel territorio del nostro studio è molto produttivo sia per il grande spessore assunto dalle unità più permeabili (circa 100 ÷ 200 m) e la possibilità di ricarica naturale, sia per l'efficace sistema irriguo e la permeabilità dei depositi superficiali attribuiti al Fluvioglaciale Wurm, che ne favoriscono la ricarica. Tale acquifero viene considerato a scala regionale come un sistema monofalda compartimentato nei primi 120 metri e nel suo insieme, fino al limite dei depositi con acque ad alto contenuto salino, come un acquifero multifalda. L'acquifero presenta variazioni del carico idraulico, per cui si possono avere differenze nel livello statico anche di qualche metro fra falda libera superficiale o semiconfinata e falde profonde confinate. Come si può notare anche dalle sezioni

idrogeologiche presenti in bibliografia, vi sono potenti strati di materiali ghiaioso sabbiosi alternati a sedimenti fini ed impermeabili. È in queste ghiaie e sabbie che hanno sede gli acquiferi, che, dal fronte dell'anfiteatro morenico si estendono con continuità fino al F. Po dando vita a quella che è l'area più ricca di acqua del Paese. La struttura dell'acquifero è in diretta relazione con le caratteristiche geolitologiche dei depositi prima descritti. La falda superficiale si incontra a profondità variabili da 2 a 11 m, con generale copertura argillosa nella fascia occidentale e in parte in quella sud occidentale.

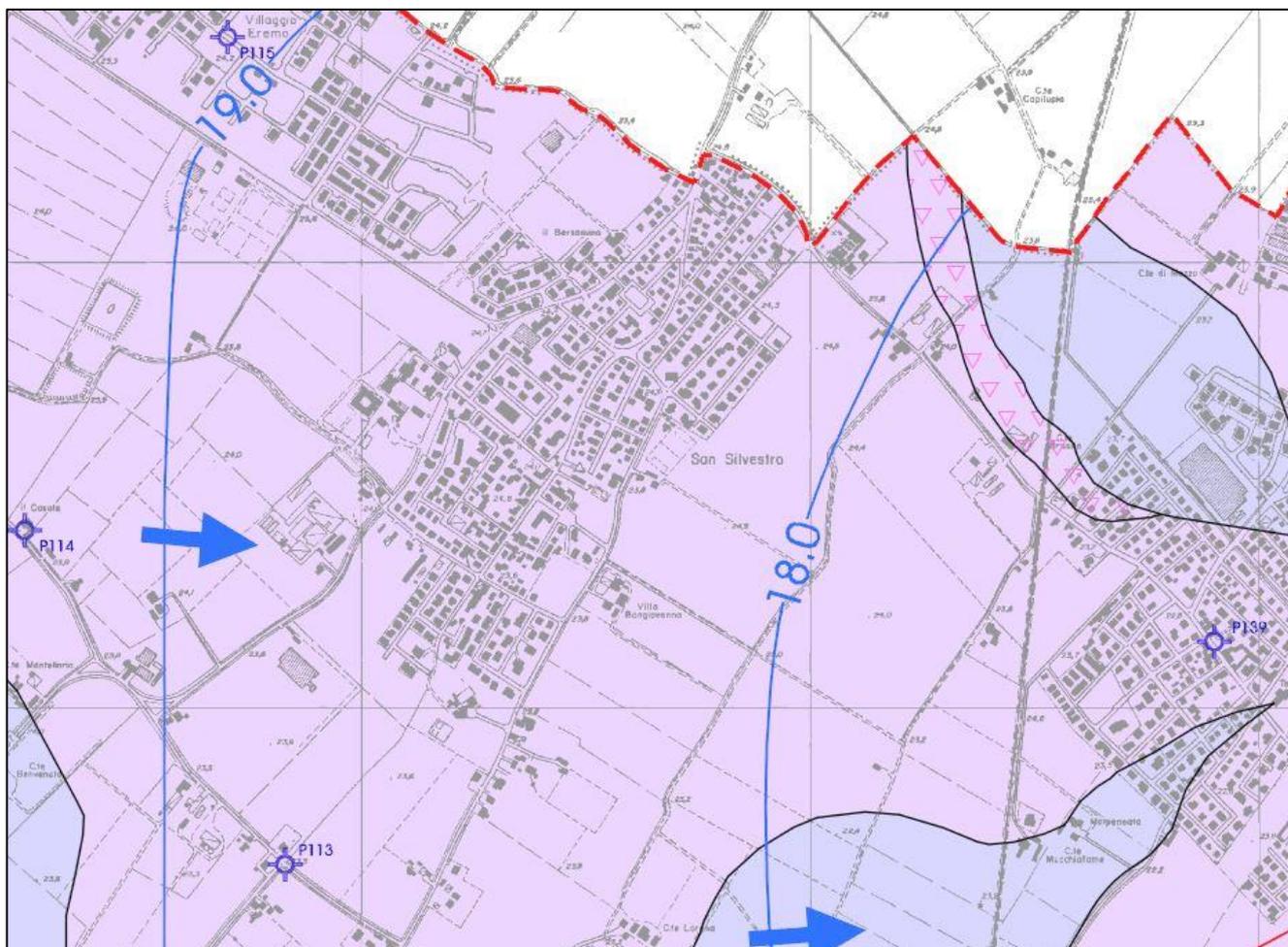


Fig. 3 estratto carta idrogeologica da PGT

Lo spessore del primo acquifero è intorno a 30 m ed è residente in sabbie fini con intercalazioni di piccole lenti argillose: esso risente notevolmente degli apporti dell'area di ricarica (unità pedecollinare). Il letto di questo acquifero è costituito da uno strato di argille marnose, potente da 7 a 10 m, posto a profondità variabile da 37 a 55 m, di colore grigio scuro. Il secondo acquifero ha spessore variabile intorno a 20 – 25 m e si estende fino a circa 83 m di profondità. La struttura più profonda è caratterizzata da più acquiferi sovrapposti, alcuni dei quali in pressione, non compartimentati, in cui sono presenti scambi idrici reciproci.

Il flusso sotterraneo è prevalentemente orientato in direzione NNW – SSE. La valle del Mincio, localizzata ad E del territorio comunale, rappresenta un importante asse di drenaggio sotterraneo:

tutta le zone ad E ed a W di essa subiscono un richiamo delle acque sotterranee verso di essa. Ne è testimonianza anche il gradiente idraulico, il quale aumenta rapidamente avvicinandosi alla valle stessa. I principali parametri idraulici che caratterizzano questa unità sono:

- trasmissività, i cui valori medi sono compresi tra 0,005 e 0,05 mq/s
- conducibilità, valori medi tra 0,0005 e 0,005 m/s

Sezioni idro stratigrafiche ricostruite sulla base delle informazioni reperite in letteratura sono allegate alla presente.

3. INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL'AREA

La fase di progettazione preliminare e di valutazione della fattibilità dell'intervento ha previsto l'analisi delle limitazioni d'uso del territorio (vincoli) in particolare modo quelli descritti e presenti nella relazione geologica a corredo del vigente **PGT** comunale e quelli relativi alla normativa sovraordinata (PTCP, Ambientale, Regionale e di Bacino). Dalla visione della **Carta di Fattibilità Geologica** per le azioni di piano si evince che il sito in esame ricade in **classe 3a**, "fattibilità con consistenti limitazioni", sottoclasse associata ad aree con elevata vulnerabilità della falda. Nella **Carta di Pericolosità Sismica Locale** l'area di studio ricade in zona **Z4a** (Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi fluvioglaciali granulari e/o coesivi) e **Z2** (zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti suscettibili di cedimenti e/o liquefazioni).

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	

Dallo studio della componente sismica del PGT si evince che la procedura semi quantitativa di 2° livello ha evidenziato che per lo scenario ascrivibile al sito oggetto di intervento la possibile amplificazione sismica risulta **inferiore ai valori di soglia** forniti dalla Regione Lombardia e dalla normativa nazionale e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa per la categoria di sottosuolo identificata (D.M. 17 gennaio 2018) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

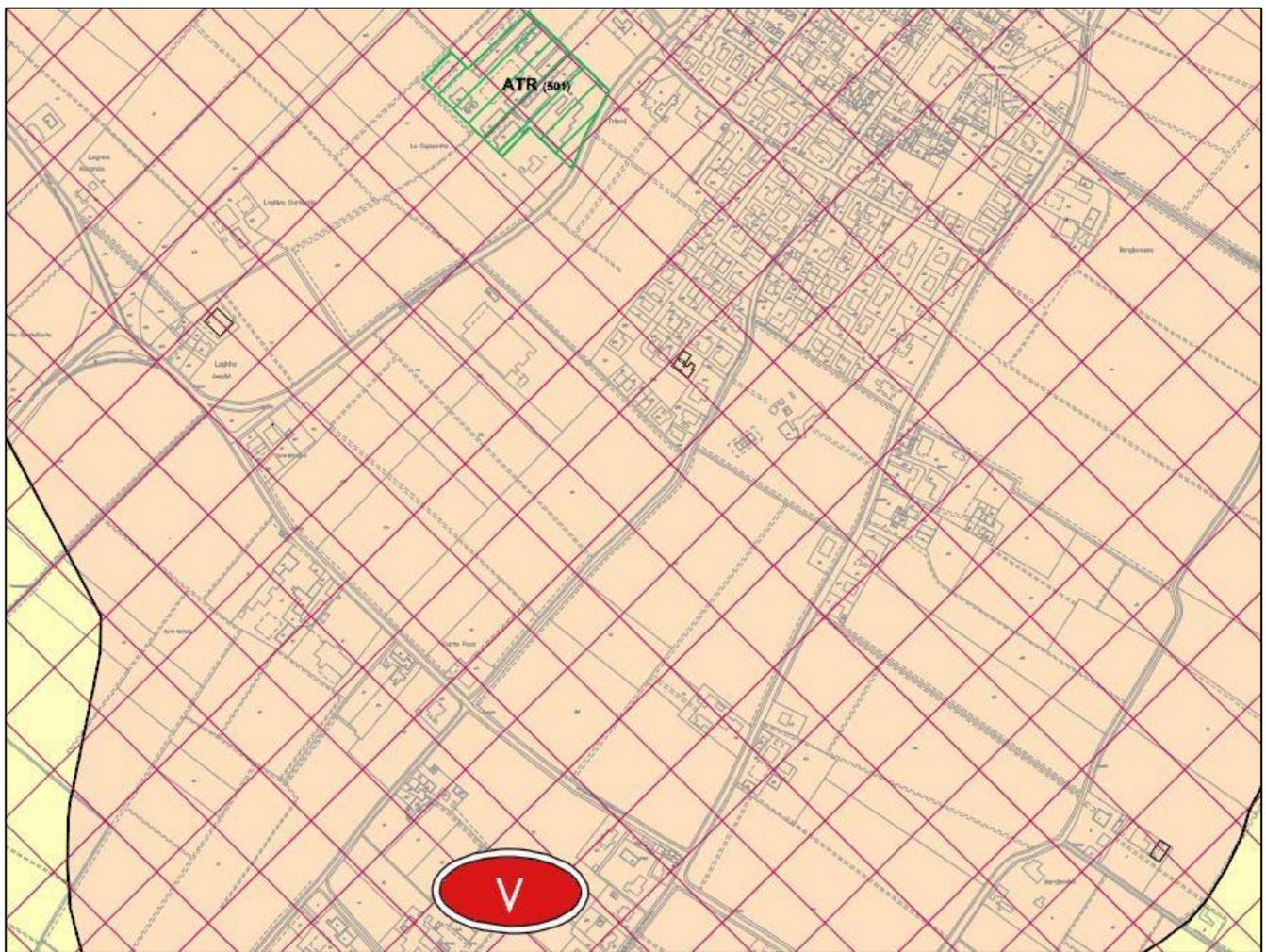


Fig. 4 estratto carta della fattibilità geologica da PGT

Per la caratterizzazione della classe di sottosuolo è stata utilizzata una indagine geofisica con tecnica **MASW** eseguita dallo scrivente a poca distanza dal sito in esame all'interno della stessa formazione geologica, per la quale è stato verificata una categoria di sottosuolo di tipo **C**. Dalla successiva **analisi di II livello** emerge che, nell'intervallo di periodo compreso tra $0.1 \div 0.5$ e $0.5 \div 1.5$ s, il **valore di Fa risulta inferiore a quello di soglia**, quindi in questo contesto potrà essere confermata una **categoria di sottosuolo** pari a quella misurata, pertanto la **C**.

				LITOLOGIA: SABBIOSA				
PR	CM	COMUNE	INTERVALLO	Valori soglia				
				B	C	C _{calc}	D	E
20	21	CURTATONE	0.1 - 0.5	1,4	1,8	1,68	2,1	1,9
			0.5 - 1.5	1,7	2,3	1,53	3,9	2,9
		valori FAC < FAS	categoria sottosuolo come calcolato					
		valori FAC > FAS	necessità 3° livello o categoria sottosuolo superiore					



Fotografia 2 indagine MASW

4. SCELTA DEL TERREMOTO DI PROGETTO E STIMA DEGLI EFFETTI DI SITO

4.1 Determinazione del sisma di progetto.

La determinazione del sisma di progetto è stata effettuata sulla base della procedura descritta nel D.M. 17.01.2018. (appendice B). Questi i parametri di calcolo impiegati:

Parametro	S.L.V.	S.L.D.
Accelerazione max al bedrock (g): (componente orizzontale)	0,099(*)	0,045
Fattore di amplificazione spettrale max:	2,58	2,57
Periodo inizio tratto velocità costante (s):	0,31	0,28

(*) Delibera Giunta regionale Lombardia 11 luglio 2014 - n. X/2129 Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)

4.2 Determinazione Descrizione parametri sismici di calcolo utilizzati in tabella

Sulla base dei risultati ottenuti attraverso l'indagine geofisica e in base alle indicazioni contenute nel D.M. 17.01.2018, sono stati stimati i parametri sismici da impiegare nelle successive fasi di verifica.

Calcolo di $a_{gh\ max}$ - accelerazione massima orizzontale al piano di posa delle fondazioni

Esso si ottiene dalla seguente relazione:

$$a_g = S_s S_t a_{gbedrock}$$

dove $a_{gbedrock}$ è l'accelerazione sismica orizzontale al bedrock, S_s è il fattore di amplificazione stratigrafica e S_t il fattore di amplificazione topografica. La **classificazione del sottosuolo** si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della **velocità equivalente** di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad \text{con:}$$

h_i spessore dell'i-esimo strato;
 $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
 N numero di strati;
 H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da $V_S \geq 800$ m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Sulla base del valore calcolato di $V_{S,30}$ vengono identificate 5 classi, A, B, C, D ed E alle quali corrispondono un differente spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente (viene indicata in rosso quella riferita al terreno in esame):

Categoria sottosuolo	Descrizione	spessore	$V_{S,eq}$ (m/s)	
		m	da	a
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m .	Qualsiasi	Qualsiasi	≥ 800
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente, compresi fra 360 m/s e 800 m/s.	> 30 m	360	800
C	<i>Deposit</i> di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori delle velocità equivalenti compresi fra 180 e 360 m/s.	> 30 m	180	360
D	<i>Deposit</i> di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure di terreni a grana fina scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori delle velocità equivalenti compresi fra 100 e 180 m/s.	> 30 m	100	180
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.	Fino a 30 m	D	C

Il valore della $V_{S,eq}$ stimato dalla indagine **MASW** ha fornito un valore di **321 m/s** rispetto al p.c. il quale pone il sito, secondo il D.M. 17.01.2018, nella **categoria di sottosuolo C**.

M.A.S.W.						
strato n.	Thickness [m]	Depth [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	coef.Poisson	Density [t/mc]
1	1,00	0,00	165,00	330,00	0,33	1,80
2	1,25	1,00	173,00	346,00	0,33	1,80
3	2,20	2,25	271,00	542,00	0,33	1,80
4	2,84	4,45	312,00	624,00	0,33	1,80
5	4,50	7,29	355,00	709,00	0,33	1,80
6	3,51	11,79	371,00	741,00	0,33	1,80
7	3,72	15,30	404,00	807,00	0,33	1,80
8	8,95	19,02	342,00	683,00	0,33	1,80
9	INF.	27,40	471,00	941,00	0,33	1,80
Vseq[m/s]			321			

Utilizzando questo dato vengono ricavati i valori di Fa (fattori di amplificazione spettrali) pari a:

SUOLO DI CATEGORIA C

- Fa (nell'intervallo 0.1-0.5 s) = **1.68** < 1.8±0.1 (soglia comunale)
- Fa (nell'intervallo 0.5-1.5 s) = **1.53** < 2.3±0.1 (soglia comunale)

Coefficiente stratigrafico Ss

Viene stimato in funzione della categoria del sottosuolo secondo lo schema seguente:

ESPRESSIONI DI SS	
Categoria sottosuolo	SS
A	1,00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 F_0 a_{bedrock} \leq 1.20$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 F_0 a_{bedrock} \leq 1.50$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 F_0 a_{bedrock} \leq 1.80$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 F_0 a_{bedrock} \leq 1.60$

Coefficiente topografico St

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	St
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1,00
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1,40

Coefficiente sismico orizzontale terreno khk

È necessario per la valutazione degli effetti cinematici del sisma sul terreno di fondazione e si determina infine moltiplicando il valore di a_g per un fattore correttivo β : $k_{hk} = \beta a_g$

Valore di Ag accelerazione massima orizzontale al piano di posa delle fondazioni

$$a_g h_{max}(G) = 0,148$$

4.3 Stima dell'inclinazione del carico dovuta ad eventi sismici

Si evidenzia inoltre che i valori della capacità portante sono comunque subordinati ai cedimenti (vedere capitolo specifico). Si ricorda anche che i valori della capacità portante dipendono

dall'interazione struttura – terreno e pertanto i valori saranno in funzione delle tipologie delle fondazioni che verranno adottate, delle dimensioni e dalla loro profondità di imposta. Nel caso di sollecitazioni indotte da un evento sismico è opportuno tenere in considerazione, nel calcolo dei carichi ammissibili, anche degli effetti inerziali sul terreno di fondazione, effetti che conducono ad una diminuzione della capacità portante. In sostanza la componente orizzontale della sollecitazione sismica conduce ad una risultante del carico inclinata rispetto alla verticale. L'inclinazione della risultante da inserire nel calcolo della portanza è quello di considerare l'accelerazione massima orizzontale al piano di posa delle fondazioni secondo la relazione:

$$\theta = \arctg a_{gSLV} \quad \text{da cui si ricava } \theta = \arctg 0,148 = 8,45^\circ$$

5. PROPOSTA DI UN MODELLO GEOTECNICO

Per la stima dei parametri geotecnici, inerenti le caratteristiche del volume di sottosuolo interessato dall'intervento in esame, è stata utilizzata n. 1 prova CPT eseguita dallo scrivente in prossimità del sito in esame, le cui caratteristiche sono illustrate in tabella.

PROVE PENETROMETRICHE UTILIZZATE			
PROVA	PROFONDITA' RAGGIUNTA dal piano di camp. att. (m)	PROFONDITA' CHIUSURA FORO dal piano di camp. att. (m)	LIVELLO PIEZOMETRICO dal piano di camp. att. (m) sede di prova
CPT1	8,0	3,5	-3,5 (desunto)



Fotografia 2 CPT

5.1 STIMA DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

L'indagine in sito effettuata ha permesso di definire una litologia ed una stratigrafia, con conseguente parametrizzazione geotecnica, come nel modello geotecnico di seguito riportato. La valutazione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici, per le verifiche allo Stato Limite Ultimo e allo Stato Limite d'Esercizio, è stata eseguita conformemente alle indicazioni contenute nell'Eurocodice 7. Considerato il numero sufficientemente elevato di dati misurati (valori di **qc**) si è optato per un

approccio statistico, utilizzando una probabilità di superamento del 5%, come indicato nell'Eurocodice 7. Il modello geotecnico è stato ottenuto attraverso la procedura descritta in dettaglio di seguito:

- I singoli valori di q_c ottenuti con la prova penetrometrica sono stati inizialmente accorpati in strati omogenei;
- Per ogni strato omogeneo è stata eseguita una stima cautelativa del valore medio di q_{c_t} con la seguente relazione statistica:

$$p_k = p_m - t_{n-1}^{0,05} \left(\frac{s_p}{\sqrt{n}} \right) \quad \text{dove:}$$

- p_k = valore caratteristico del parametro geotecnico ($q_{c_0} N_{spt}$);
 p_m = valore medio del parametro ($q_{c_0} N_{spt}$);
 n = numero di misure;
 s_p = deviazione standard delle misure;
 $t_{n-1}^{0,05}$ = t di Student per n-1 gradi di libertà e probabilità di superamento del 5%.

I livelli stratigrafici individuati lungo le verticali di prova sono stati correlati fra di loro e i corrispondenti parametri geotecnici mediati.

Da m: a m:	descrizione litologica		Cu kPa	Φ (°)	γ_{nat} (t/m ³)	Dr (%)	E_V/Mo (kg/cm ²)
0 ÷ 1,2	Al	Argilla limosa	100	-	1,9	-	70
1,2 ÷ 7,2	Sa	Sabbia addensata		33	1,9	80	210
7,2 ÷ >8(*)	Sg	Sabbia con ghiaietto		36	1,9	80	400

(*) desunto da dati di letteratura (pozzi a stratigrafia nota)

Profondità della falda -3,5 m da p.c. di prova			
METODO CALCOLO PRINCIPALI			
denominazione	Simbolo	Unità misura	Metodo di calcolo
Angolo di attrito	Φ'	(°)	De Beer
Angolo di attrito a volume costante	Φ_{cv}	(°)	Bolton
Densità relativa incoerenti	Dr	(%)	Kulhawy & Mayne
Coesione non drenata	cu	(kg/cm ²)	Searle
Coesione efficace (drenata)	c'	(kg/cm ²)	Mesre et Al.
Rapporto di sovra consolidazione	O.C.R.	-	Ladd & Foot
Peso di volume incoerenti	γ_{nat}	(t/m ³)	Correlazione con Dr%
Peso di volume coesivi	γ_{nat}	(t/m ³)	Correlazione con Cu
Modulo di Young incoerenti	E_S	(kg/cm ²)	Schmertmann
Modulo edometrico coesivi	M	(kg/cm ²)	Mitchell & Gardner - CL

6. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Il sito in cui si effettuano interventi di tipo edificatorio, deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a

strati di terreno non suscettibili di liquefazione. In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

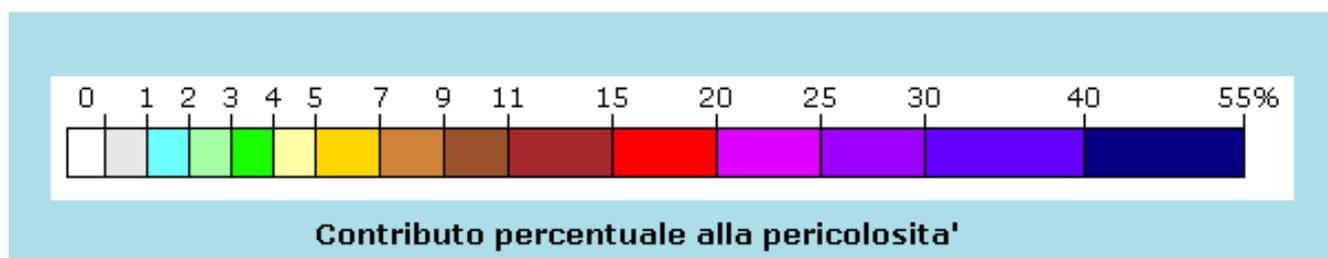
6.1.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. **accelerazioni massime** attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) **minori di 0,1g**;
2. profondità media stagionale della **falda superiore a 15 m** dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

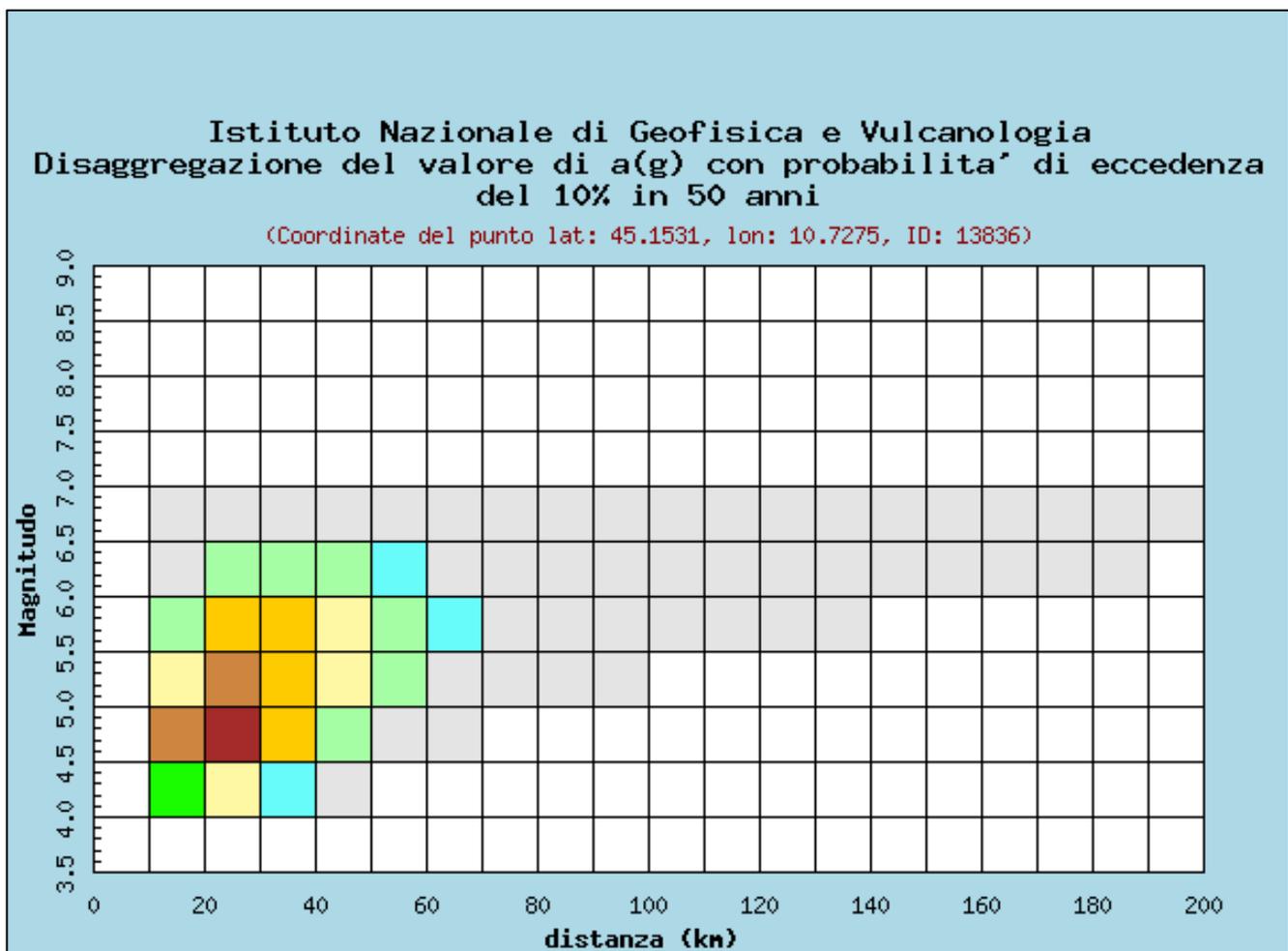
6.1.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE NEL SITO IN ESAME

L'applicazione dei quattro criteri previsti dalla Normativa nazionale (D.M. 17.01.2018) non consente di escludere la possibilità di liquefazione nei terreni di fondazione del sito in esame. La magnitudo momento di riferimento per il calcolo è stata ottenuta dalle mappe interattive di pericolosità sismica dell'INGV.



Valori medi TERREMOTO DI SCENARIO		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.240	33.300	1.420

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.1531, lon: 10.7275, ID: 13836)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.670	7.220	4.270	2.060	0.835	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	4.610	11.100	8.590	5.260	2.370	0.265	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	1.960	6.540	6.820	5.360	2.480	0.291	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.311	2.750	4.230	4.060	2.060	0.263	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.657	2.270	2.470	1.130	0.158	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.053	0.920	1.360	0.639	0.097	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.267	0.727	0.392	0.065	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.038	0.287	0.173	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.002	0.091	0.123	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.096	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.086	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.064	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Considerando un tempo di ritorno di 475 anni, coerentemente con quanto disposto dalle NTC 2018, si è stimata una magnitudo di **5,240**, la quale rende necessaria la verifica alla liquefazione. Essa è stata eseguita considerando un tempo di ritorno di 475 anni, e sono stati presi come riferimento un'accelerazione orizzontale massima in superficie a_{max} uguale a **0.148 g** e una soggiacenza media della **falda** pari a **3,5 m**. L'indice di liquefazione stimato con il metodo di Andrus e Stokoe (1982) pone il sito in una condizione di **rischio basso**.

7. CONCLUSIONI

L'indagine geologica ha permesso di definire la natura e le caratteristiche dei terreni presenti nell'area esaminata, come descritto nel paragrafo dedicato. I rilievi hanno evidenziato l'assenza di processi geomorfologici in atto e sulla base delle considerazioni e dei calcoli geotecnici svolti nei paragrafi precedenti si traggono le seguenti conclusioni:

- Ricordiamo che, in base alla **D.g.r. 11 luglio 2014 – n. X/2129**, il Comune di **Curtatone (MN)** viene classificato in **zona sismica 3**;

- Da una indagine sismica eseguita in prossimità del sito in esame con metodologia **MASW** ed a seguito dell'**analisi di II livello** è stata assegnata al terreno sito al di **sotto del pc** la **categoria di sottosuolo C** (secondo il D.M. 17.01.2018);
- La **verifica alla liquefazione dei terreni** è stata eseguita utilizzando i dati della prova **MASW** eseguita dallo scrivente ed il metodo semplificato di Andrus e Stokoe (1982) dalle quali risulta rischio molto basso e pertanto si ritiene il sito **non liquefacibile**;
- in sito è indicata (v. PGT) presenza di **acqua di falda a circa 3,5 m da p.c.**
- nel complesso la situazione di rischio geologica dell'area in cui si prospetta **un ampliamento di edificio esistente con variante urbanistica** è così schematizzabile

		PERICOLOSITA'			
		ALTA	MEDIO ALTA	MEDIO BASSA	BASSA
DANNO	MOLTO GRAVE				
	GRAVE				
	MEDIO				
	LEGGERO				CD

	RISCHIO INACCETTABILE
	RISCHIO CHE NECESSITA DI INTERVENTI MITAGATORI
	RISCHIO ACCETTABILE

FR FRANA	CD-S	CEDIMENTI SUBSIDENZA
RM ROTOLAMENTO MASSI	ER	EROSIONE
CC CROLLO CAVITA'	RV	RISCHIO VULCANICO
IN INONDAZIONE	FA	FAGLIE
TS TSUNAMI		

Sarginesco (MN), 16/11/2018

IL TECNICO
DOTT. GEOL. PAOLO PASINI



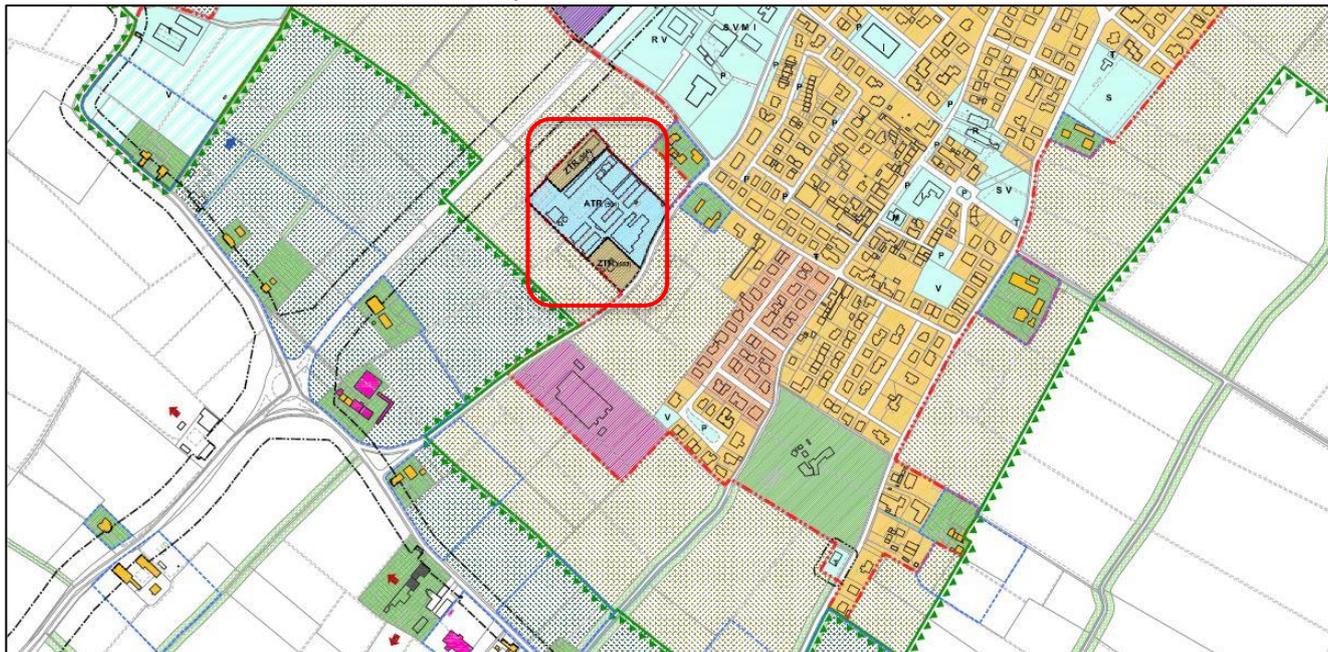
ALLEGATI

TAVOLA 1 Estratto PGT

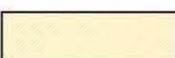
Comune: Curtatone (MN)

progetto: ampliamento edificio esistente – variante urbanistica ai sensi art. 97 LR 12/2005 art. 8 DPR 160/2010

Committente: Caseificio San Silvestro SpA



TESSUTO URBANO CONSOLIDATO

-  TESSUTO PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE AD ALTA DENSITÀ (ZTR1)
-  TESSUTO PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE A MEDIA DENSITÀ (ZTR2)
-  TESSUTO PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE A BASSA DENSITÀ (ZTR3)
-  TESSUTO PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE A BASSISSIMA DENSITÀ (ZTR4)
-  ZTR (n°) TESSUTO PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE A FORTE SPECIFICITÀ (ZTR5)

AMBITI DI TRASFORMAZIONE URBANISTICA

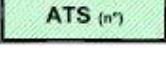
-  ATR (n°) AMBITI DI TRASFORMAZIONE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI INSERITI NELLA PRECEDENTE PIANIFICAZIONE URBANISTICA
-  ATR (n°) AMBITI DI TRASFORMAZIONE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI IN PREVISIONE
-  ATEC (n°) AMBITI DI TRASFORMAZIONE PREVALENTEMENTE ECONOMICI INSERITI NELLA PRECEDENTE PIANIFICAZIONE URBANISTICA
-  ATEC (n°) AMBITI DI TRASFORMAZIONE PREVALENTEMENTE ECONOMICI IN PREVISIONE
-  ATS (n°) AMBITI DI TRASFORMAZIONE PREVALENTEMENTE PER SERVIZI INSERITI NELLA PRECEDENTE PIANIFICAZIONE URBANISTICA
-  ATS (n°) AMBITI DI TRASFORMAZIONE PREVALENTEMENTE PER SERVIZI IN PREVISIONE



TAVOLA 3 Corografia

Comune: Curtatone (MN)

progetto: ampliamento edificio esistente – variante urbanistica ai sensi art. 97 LR 12/2005 art. 8 DPR 160/2010

Committente: Caseificio San Silvestro SpA

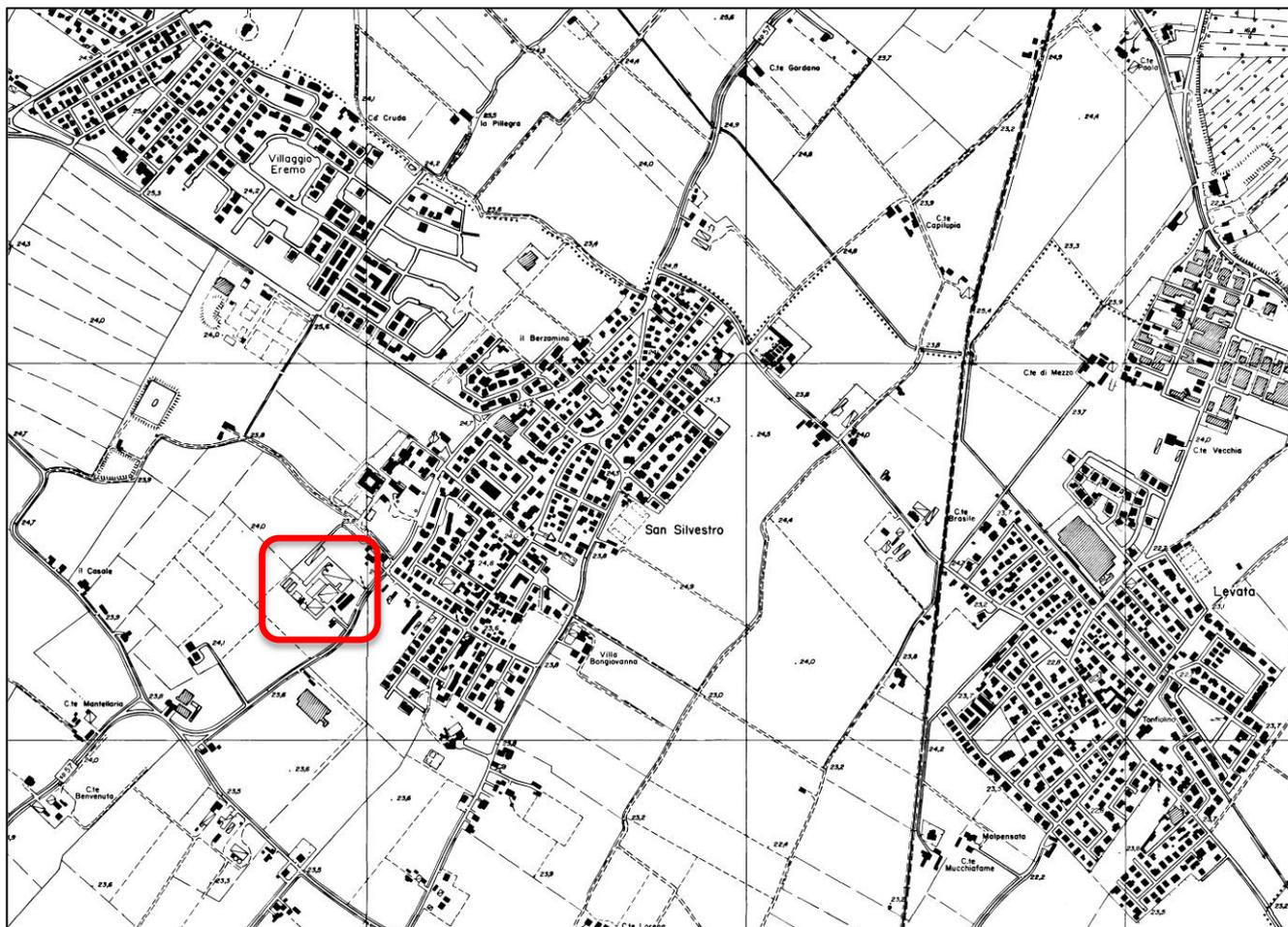
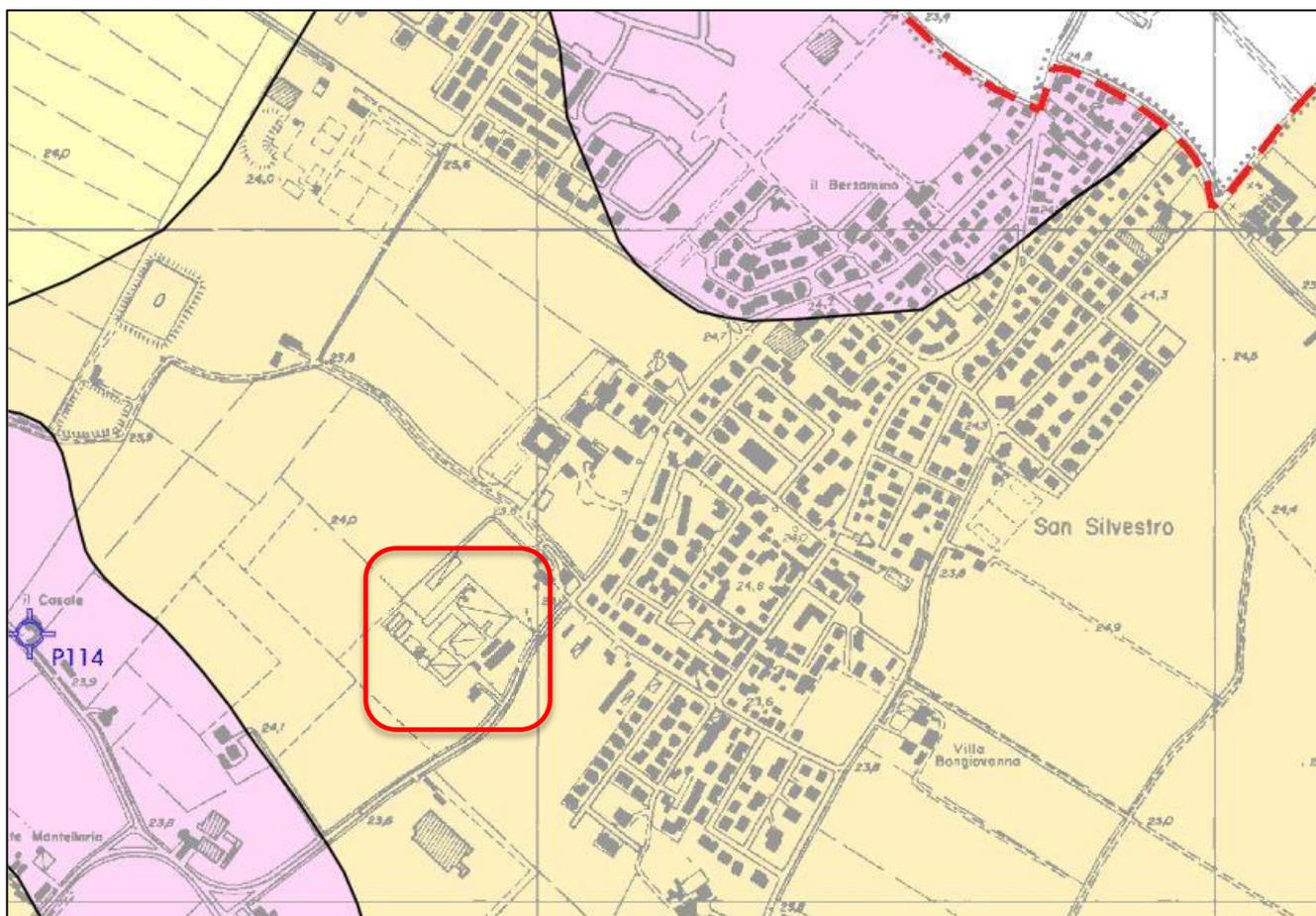


TAVOLA 4 Carta Geologia (estratta dalla componente geologica del P.G.T.)

Comune: Curtatone (MN)

progetto: ampliamento edificio esistente – variante urbanistica ai sensi art. 97 LR 12/2005 art. 8 DPR 160/2010

Committente: Caseificio San Silvestro SpA



UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE

Depositi all'interno delle fasce terrazzate



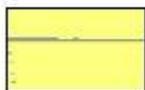
Alluvioni fluviali costituite da alternanze di ghiaie e sabbie



Alluvioni fluviali costituite da sabbie prevalenti



Alluvioni fluviali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi, di spessore variabile da 0 a 5 metri che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi



Alluvioni fluviali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi, di spessore variabile da 5 a 10 metri che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi

Depositi del livello fondamentale della pianura



Alluvioni fluvio-glaciali costituite da alternanze di ghiaie e sabbie



Alluvioni fluvio-glaciali costituite da sabbie prevalenti



Alluvioni fluvio-glaciali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi, di spessore variabile da 0 a 5 metri, che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi



Alluvioni fluvio-glaciali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi, di spessore variabile da 5 a 10 metri, che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi



Alluvioni fluvio-glaciali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi, di spessore variabile da 10 a 15 metri, che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi



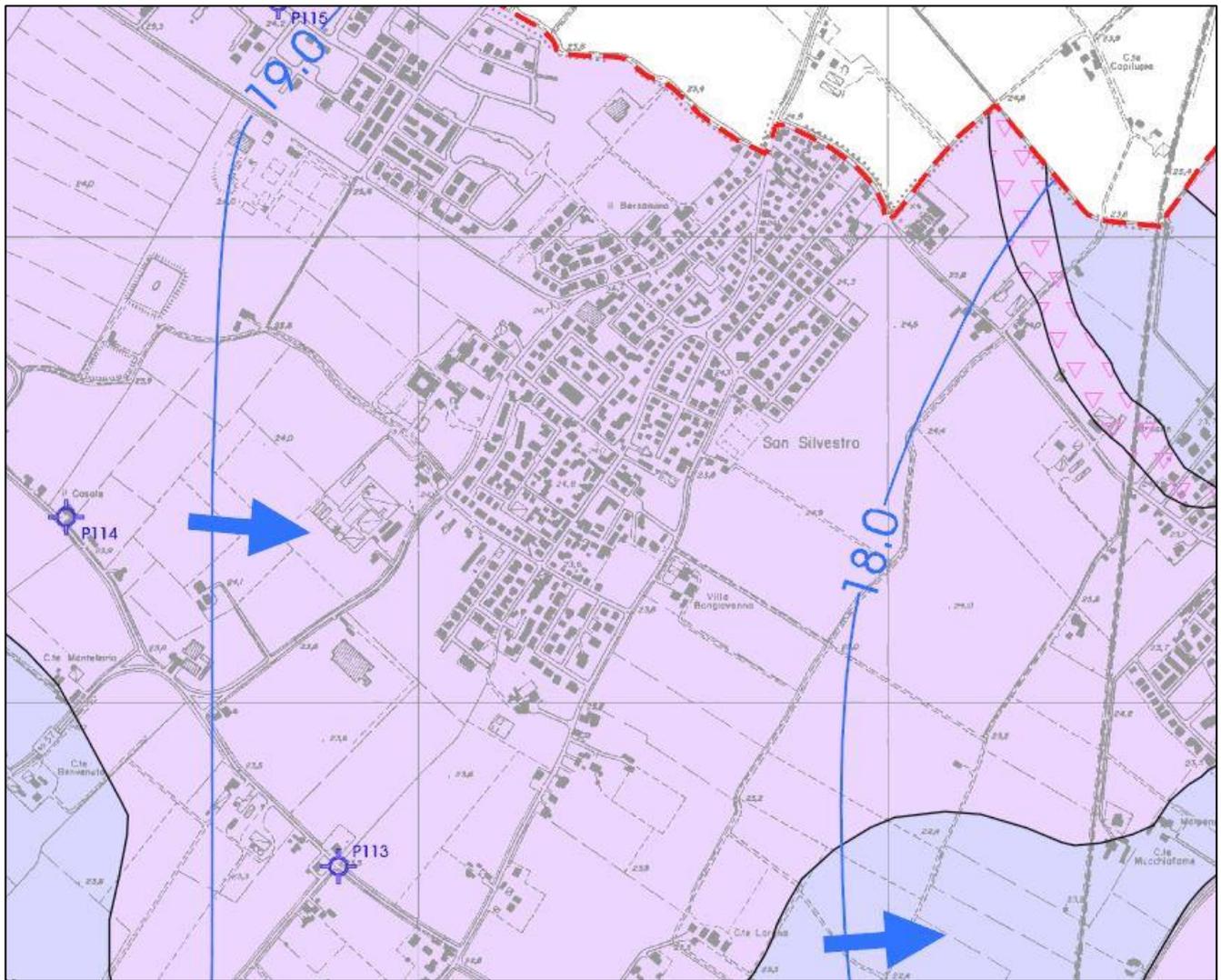
Alluvioni fluvio-glaciali con successione stratigrafica costituita da depositi limoso-argillosi, di spessore maggiore di 15 metri, che ricoprono depositi prevalentemente sabbiosi

TAVOLA 5 Carta Piezometrica (estratta dalla componente geologica del P.G.T.)

Comune: Curtatone (MN)

progetto: ampliamento edificio esistente – variante urbanistica ai sensi art. 97 LR 12/2005 art. 8 DPR 160/2010

Committente: Caseificio San Silvestro SpA

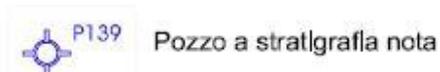
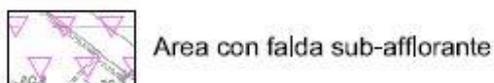
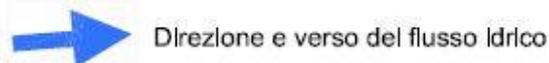
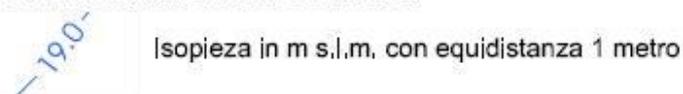


LEGENDA

TERRITORIO



ELEMENTI IDROGEOLOGICI



PERMEABILITA' DEI TERRENI SUPERFICIALI

GRADO DI PERMEABILITA'			LITOLOGIA DI SUPERFICIE
ELEVATA	BASSA	NULLA	
			Terreni prevalentemente argilloso-sabbiosi Terreni prevalentemente argilloso-torbosi (ARGILLA)*
			Terreni prevalentemente limosi e limoso-sabbiosi (LIMO)*
			Terreni prevalentemente ghiaiosi Terreni prevalentemente sabbiosi (SABBIE E/O GHIAIE)*

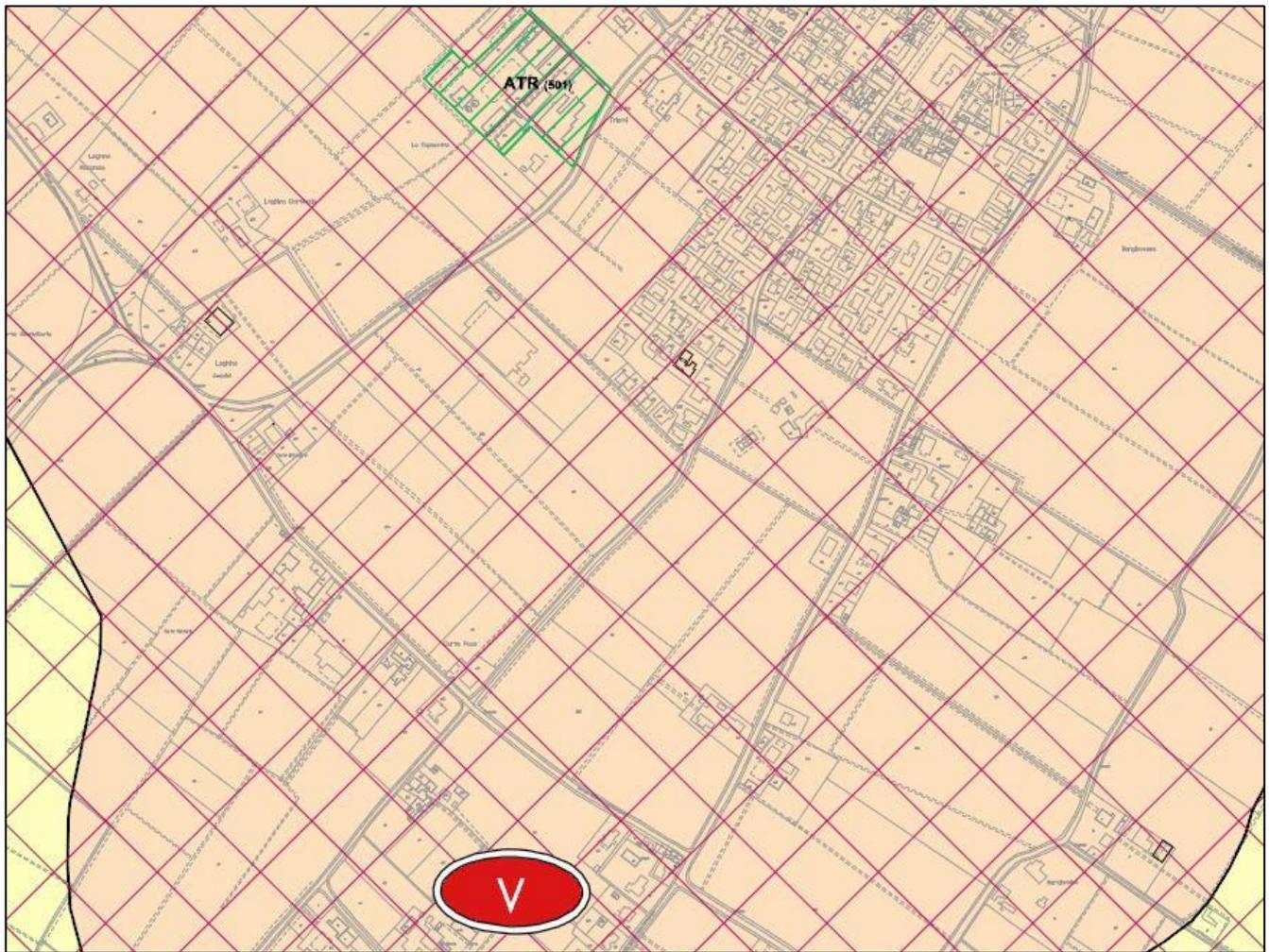
* Termine usato, a scopo semplificativo, nella legenda della Carta della Vulnerabilità del primo acquifero di Tav. G.7 per indicare l'accorpamento delle differenti classi litologiche.

TAVOLA 6 Carta di Fattibilità Geologica (estratta dalla componente geologica del P.G.T.)

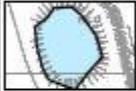
Comune: Curtatone (MN)

progetto: ampliamento edificio esistente – variante urbanistica ai sensi art. 97 LR 12/2005 art. 8 DPR 160/2010

Committente: Caseificio San Silvestro SpA



LEGENDA

<i>Classe 4 (rossa) fattibilità con gravi limitazioni</i>	
I_a	Area appartenente alla Fascia fluviale A all'esterno dei centri edificati
	Area con falda affiorante
<i>Classe 3 (arancione) fattibilità con consistenti limitazioni</i>	
V	Area ad elevata vulnerabilità dell'acquifero superficiale
I_b	Area appartenente alla Fascia fluviale B
G_t	Area con depositi superficiali argilloso-torbosi
<i>Classe 2 (gialla) fattibilità con modeste limitazioni</i>	
S	Area a bassa soggiacenza della falda
G_l	Area con depositi superficiali limoso-argillosi
<i>Classe 1 (bianca) fattibilità senza particolari limitazioni</i>	

Progetto del P.G.T.



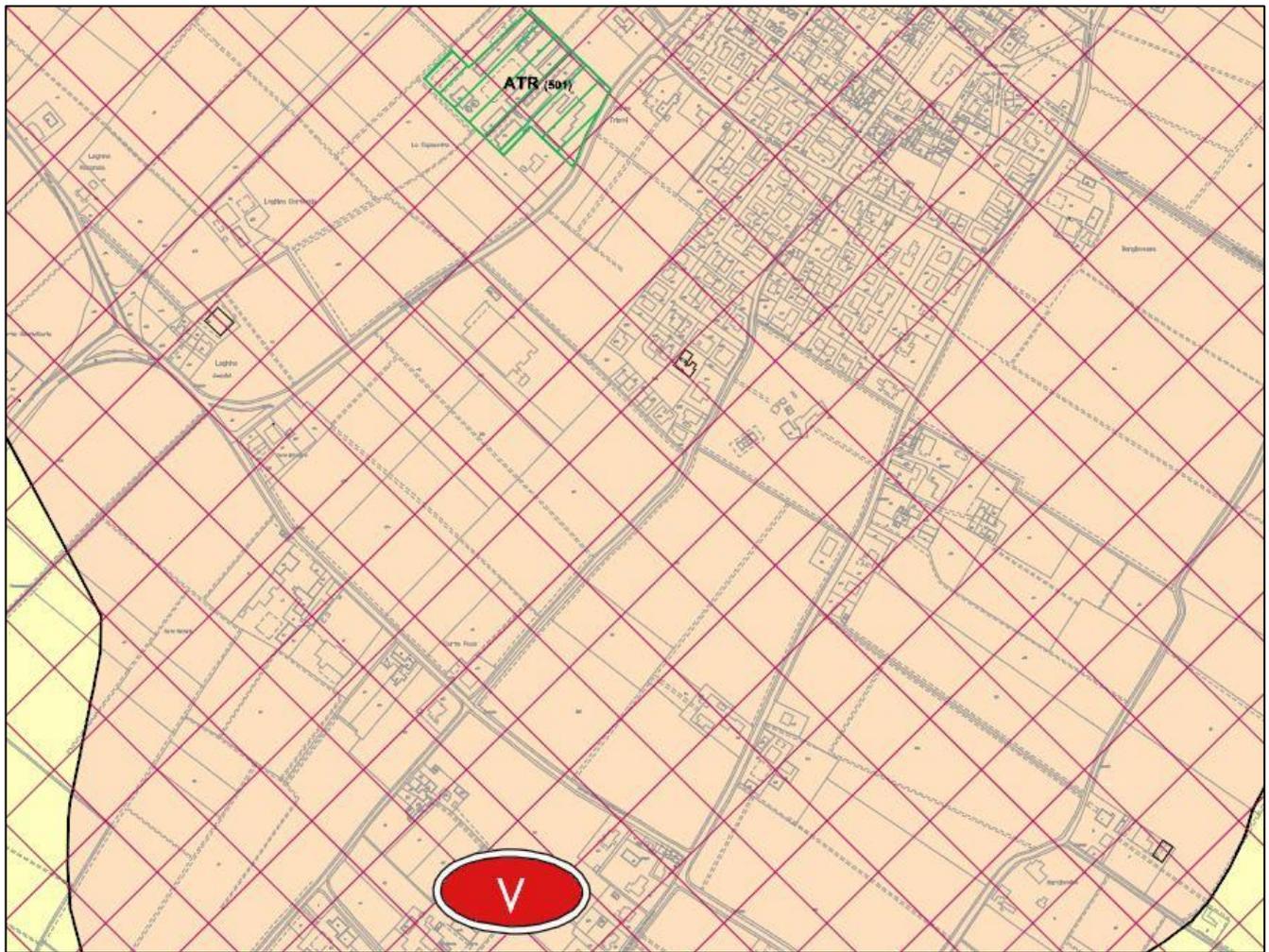
ATR- Ambiti di trasformazione prevalentemente residenziali

TAVOLA 7 Carta di Pericolosità Sismica Locale (estratta dalla componente geologica del P.G.T.)

Comune: Curtatone (MN)

progetto: ampliamento edificio esistente – variante urbanistica ai sensi art. 97 LR 12/2005 art. 8 DPR 160/2010

Committente: Caseificio San Silvestro SpA



Classe 3 (arancione) fattibilità con consistenti limitazioni

I_b

Area appartenente alla Fascia fluviale B

V

Area ad elevata vulnerabilità dell'acquifero superficiale

G_t

Area con depositi superficiali argilloso-torbosi

Classe 2 (gialla) fattibilità con modeste limitazioni

S

Area a bassa soggiacenza della falda

G_l

Area con depositi superficiali limoso-argillosi

Classe 1 (bianca) fattibilità senza particolari limitazioni

Progetto del P.G.T.



ATR- Ambiti di trasformazione prevalentemente residenziali



ATEC- Ambiti di trasformazione prevalentemente economici



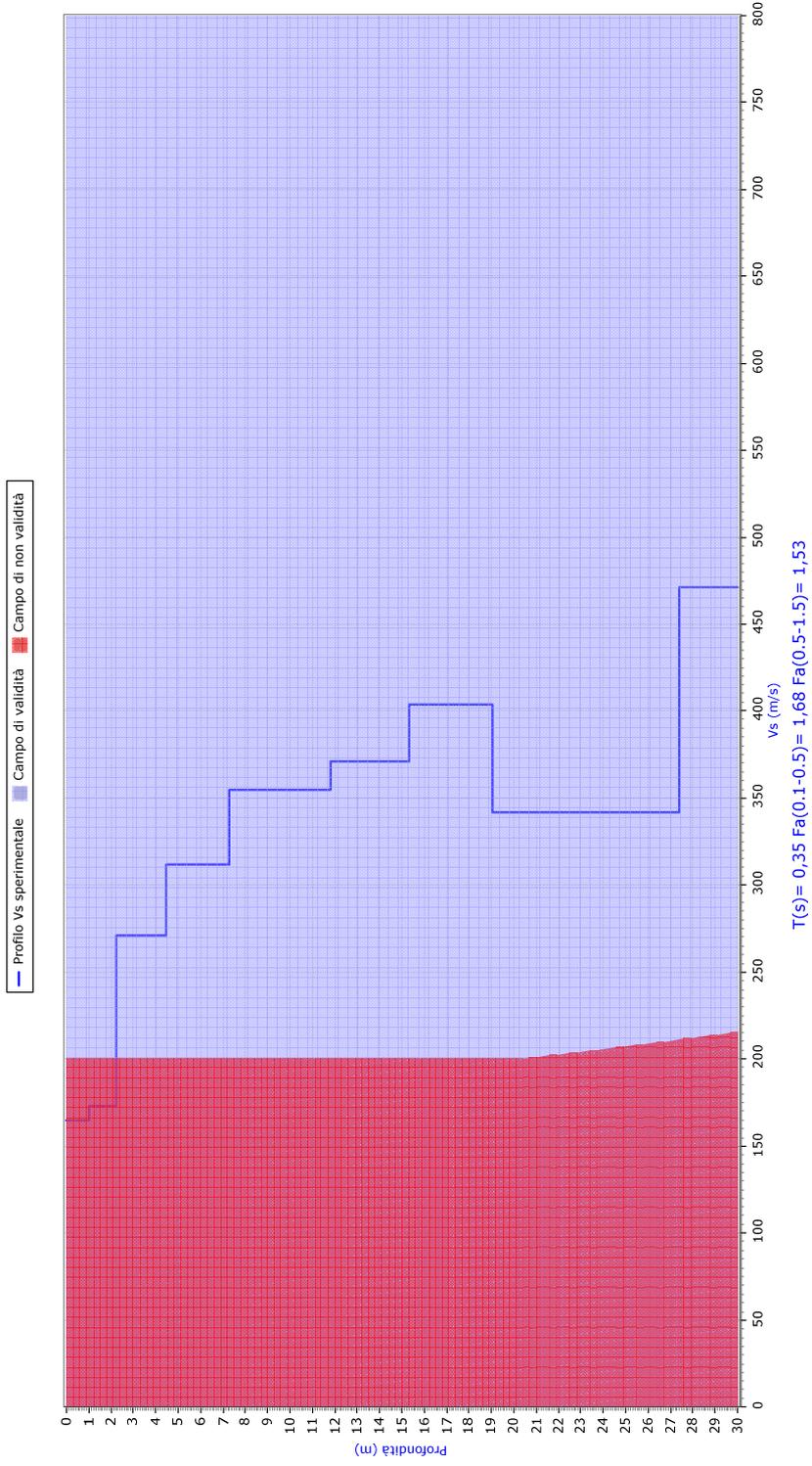
ATS- Ambiti di trasformazione prevalentemente per servizi

Aree soggette ad amplificazione sismica locale



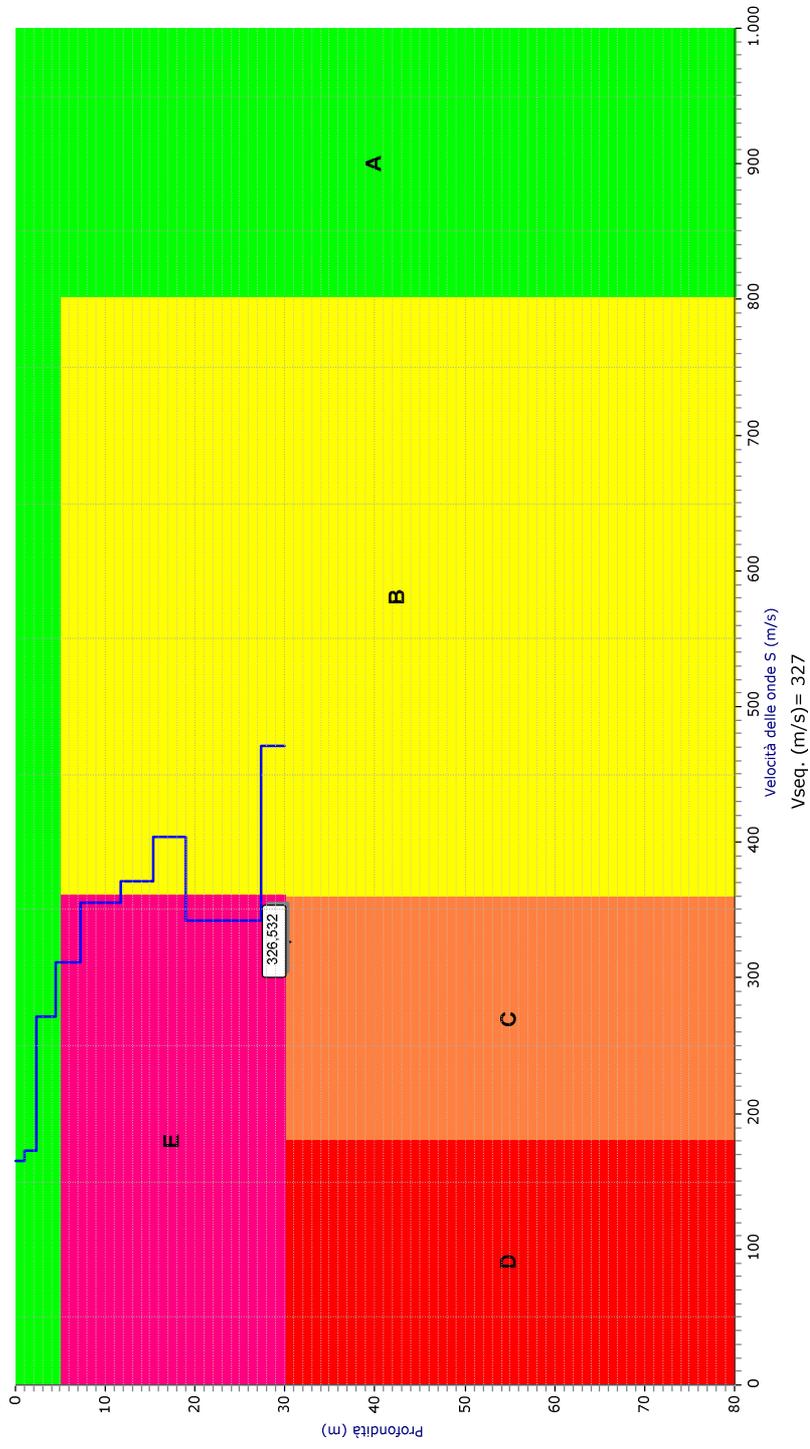
Z2- Zona con possibile presenza di terreni granulari fini saturi associabili a fenomeni di liquefazione
Z4a- Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi soggetta ad amplificazione litologica

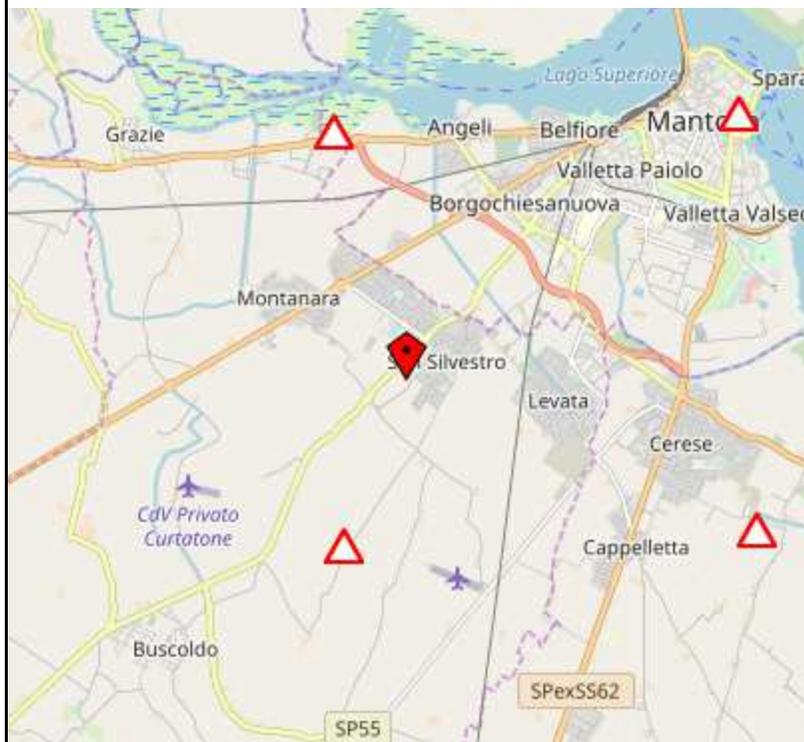
Amplificazione sismica stratigrafica con il criterio della Regione Lombardia



Classificazione del sito sec. NTC2018

— Profilo velocità onde S (m/s) ▼ Classe sito con Vs equivalente





Descrizione	Valore
Sistema:	WGS84
Latitudine°	45,125402
Longitudine°	10,740515
Stato limite	S.L.V.
Vita nominale opera (anni)	50
Classe opera	II
Coef.di smorzamento %	5,0
Fattore di struttura orizz.le q	2,5
Fattore di struttura vert.le qv	1,5
Categoria sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Altezza totale dell'opera (m):	9
Tipo opera:	Opera in c.a.
Contesto geotecnico:	Fondazione
ID nodo 1	13836
ID nodo 2	13837
ID nodo 3	14058
ID nodo 4	14059

Legenda:	
agh base:	Accelerazione sismica orizzontale di base;
F0:	Max fattore di amplificazione spettrale orizzontale;
Tc*:	Periodo inizio tratto a velocità costante;
agv base:	Accelerazione sismica verticale di base;
Fv:	Max fattore di amplificazione spettrale verticale;
Tr:	Tempo di ritorno;
Pr:	Probabilità di superamento;
agh max:	Accelerazione sismica orizzontale in superficie;
agv max:	Accelerazione sismica verticale in superficie;
khs:	Coefficiente sismico orizzontale del terreno;
kvs:	Coefficiente sismico verticale del terreno;
beta:	Coefficiente di riduzione di agh max.
khi:	Coefficiente sismico orizzontale dell'opera;
kvi:	Coefficiente sismico verticale dell'opera;
T:	Periodo di risonanza dell'opera;

Stato	agh base(g)	F0	Tc*	agv base(g)	Fv	Tr(anni)	Pr(%)	agh max(g)	agv max(g)	khs	kvs	beta	khi	kvi	T(s)
S.L.C.	0,1140	2,58	0,31	0,1140	1,18	975	0,05	0,1709	0,1140	0,041	0,021	0,24	0,176	0,038	0,39
S.L.V.	0,0895	2,57	0,31	0,0895	1,04	475	0,1	0,1342	0,0895	0,027	0,013	0,20	0,138	0,027	0,39
S.L.D.	0,0398	2,59	0,25	0,0398	0,7	50	0,63	0,0597	0,0398	0,012	0,006	0,20	0,154	0,012	0,39
S.L.O.	0,0337	2,54	0,22	0,0337	0,63	30	0,81	0,0505	0,0337	0,010	0,005	0,20	0,128	0,009	0,39

Parametri sismici secondo le NTC2018



Ortofoto 20 cm/Ortofoto 50 cm©2015 Consorzio TeA- Tutti i diritti riservati

Pericolosità RP scenario frequente - H



Pericolosità RSCM scenario frequente - H



Pericolosità RSP scenario frequente - H



Pericolosità ACL scenario frequente - H



Pericolosità RP scenario poco frequente - M



Pericolosità RSCM scenario poco frequente - M



Pericolosità RSP scenario poco frequente - M



Pericolosità ACL scenario poco frequente - M



Pericolosità RP scenario raro - L



Pericolosità RSCM scenario raro - L



Pericolosità ACL scenario raro - L





Ortofoto 20 cm/Ortofoto 50 cm©2015 Consorzio TeA- Tutti i diritti riservati

COMUNI 2015



REGIONE 2015



Aree a rischio significativo - ARS



ARS regionale



ARS di bacino

Categorie di elementi esposti - puntiformi



Aree estrattive attive



Aree per l'estrazione di acqua ad uso idropotabile



Beni culturali



Depuratori



Dighe



Impianti individuati nell'allegato I del D.L. 59/2005



Inceneritori



Insedimenti ospedalieri



Stazioni ferroviarie



Stazioni metropolitana



Scuole



Siti contaminati

Rischio max degli elementi esposti



R1



R2



R3



R4

Numero abitanti



1- 10 abitanti

-  11 - 100 abitanti
-  101 - 1000 abitanti
-  > 1000 abitanti

Categorie di elementi esposti - lineari

-  Ferrovie
-  Strade principali
-  Strade secondarie
-  Metropolitane

Rischio degli elementi lineari

-  R1
-  R2
-  R3
-  R4

Categorie di elementi esposti - poligonali

-  Zone urbanizzate
-  Attivita' produttive
-  Strutture strategiche e sedi di attivita' collettive
-  Infrastrutture strategiche
-  Insediamenti produttivi o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale e aree protette po
-  Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse

Rischio molto elevato - R4



Rischio elevato - R3

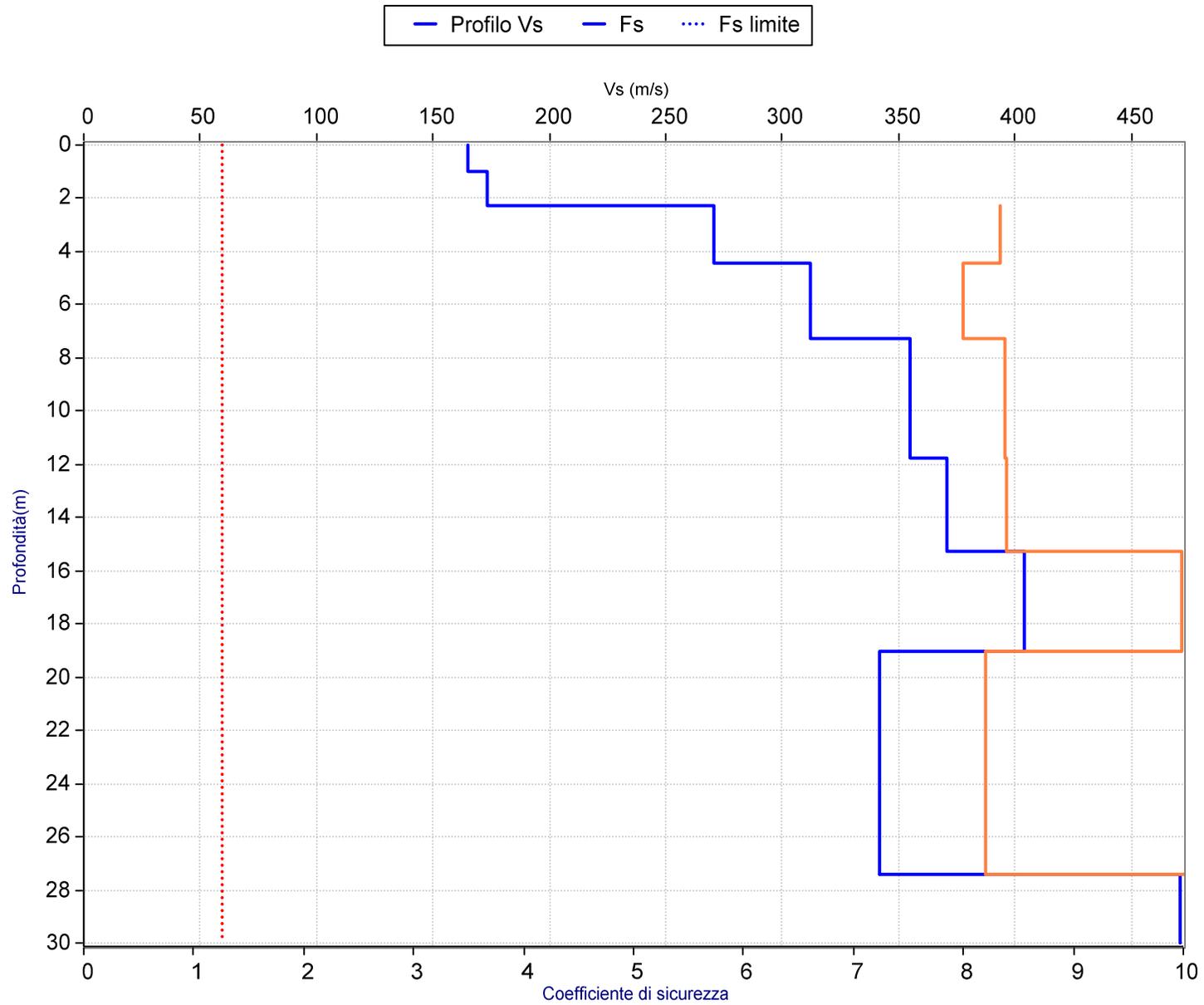


Rischio medio - R2



Rischio moderato - R1





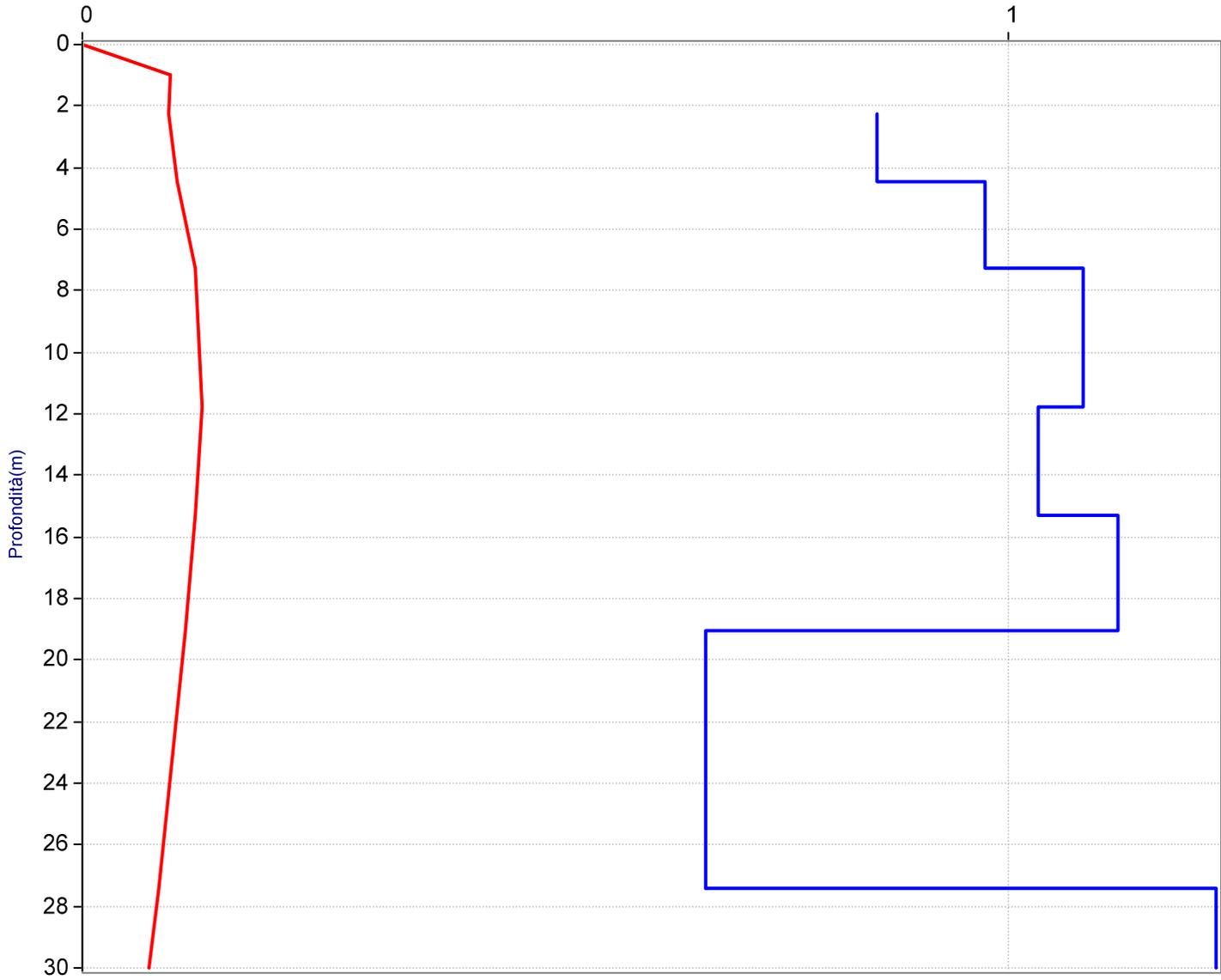
Indice di liquefazione=0,0 rischio molto basso

CASEIFICIO SAN SILVESTRO VIA V.GEMENTI SAN SILVESTRO DI CURTATONE (MN)

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

CRR CSR

CRR/CSR



CASEIFICIO SAN SILVESTRO VIA V.GEMENTI SAN SILVESTRO DI CURTATONE (MN)

Profilo CRR da Vs

N.	da (m)	a (m)	Vs(m/s)	%fine	Gamma(kN/mc	Vs1(m/s)	CSR	CRR	Fs
1	0	1,00	165,00	35	19	231,0	0,095		
2	1,00	2,25	173,00	35	19	232,1	0,094		
3	2,25	4,45	271,00	35	19	303,4	0,103	0,859	8,336
4	4,45	7,29	312,00	35	19	321,9	0,122	0,976	8,0
5	7,29	11,79	355,00	35	19	337,8	0,129	1,082	8,384
6	11,79	15,30	371,00	35	19	330,5	0,123	1,033	8,396
7	15,30	19,02	404,00	35	19	343,2	0,112	1,119	9,987
8	19,02	27,40	342,00	35	19	272,6	0,082	0,673	8,206
9	27,40	30	471,	35	19	358,5	0,071	1,225	17,259

SEZIONI E STRATIGRAFIE DEL
SOTTOSUOLO RICOSTRUITE
SULLA BASE DI DATI REPERITI
IN LETTERATURA

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA A-A' (scala verticale 1:500/scala orizzontale 1:15.000)

Tecnico incaricato: Dott. Paolo Pasini - Iscritto n.1610/AP Reg. Lombardia

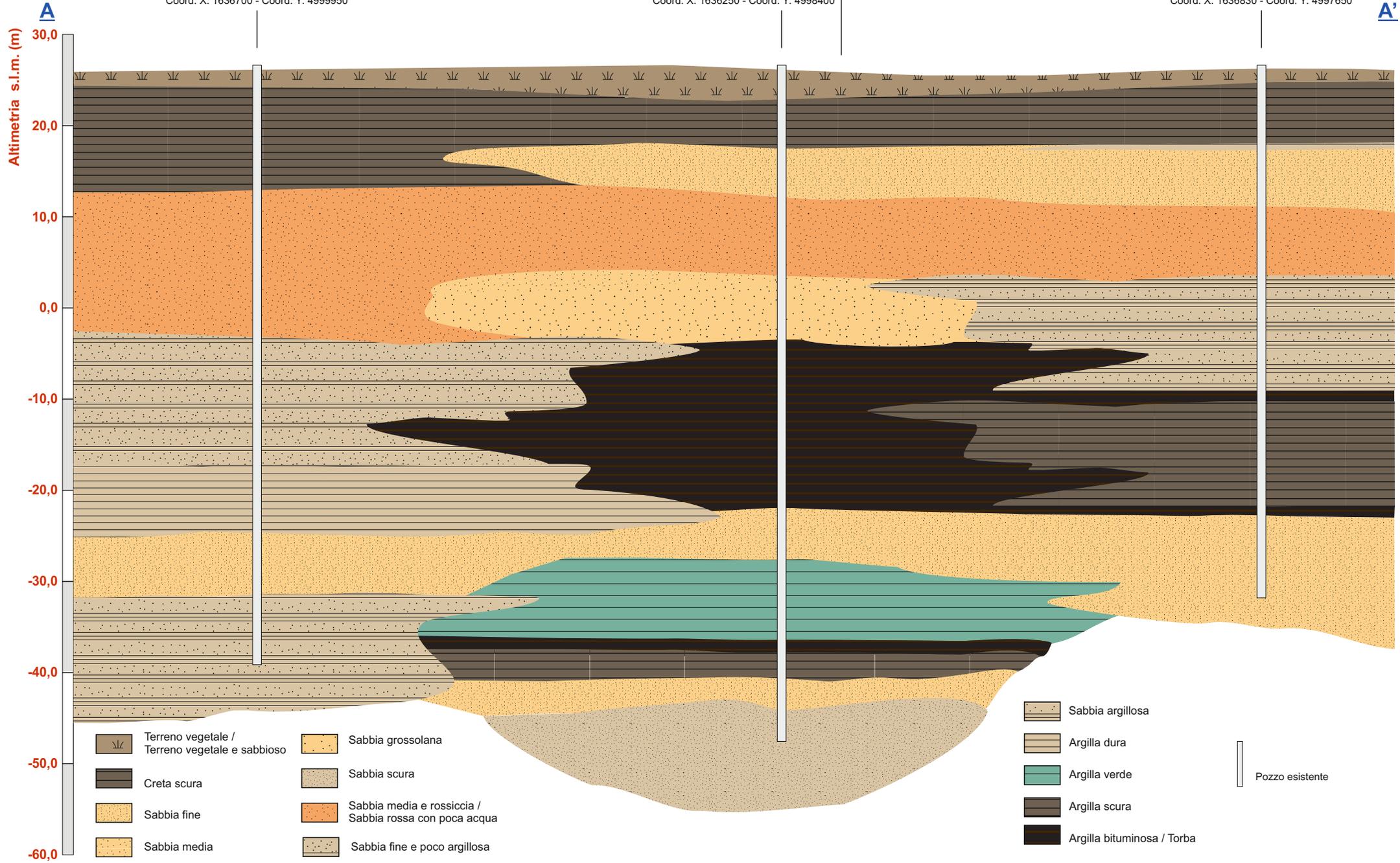
Cantiere: Curtatone - San Silvestro (MN)

Area d'intervento
(proiettata)

P115
23,5 m s.l.m.
Coord. X: 1636700 - Coord. Y: 4999950

P114
23,9 m s.l.m.
Coord. X: 1636250 - Coord. Y: 4998400

P113
23,5 m s.l.m.
Coord. X: 1636830 - Coord. Y: 4997650



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA B-B' (scala verticale 1:100/scala orizzontale 1:20.000)

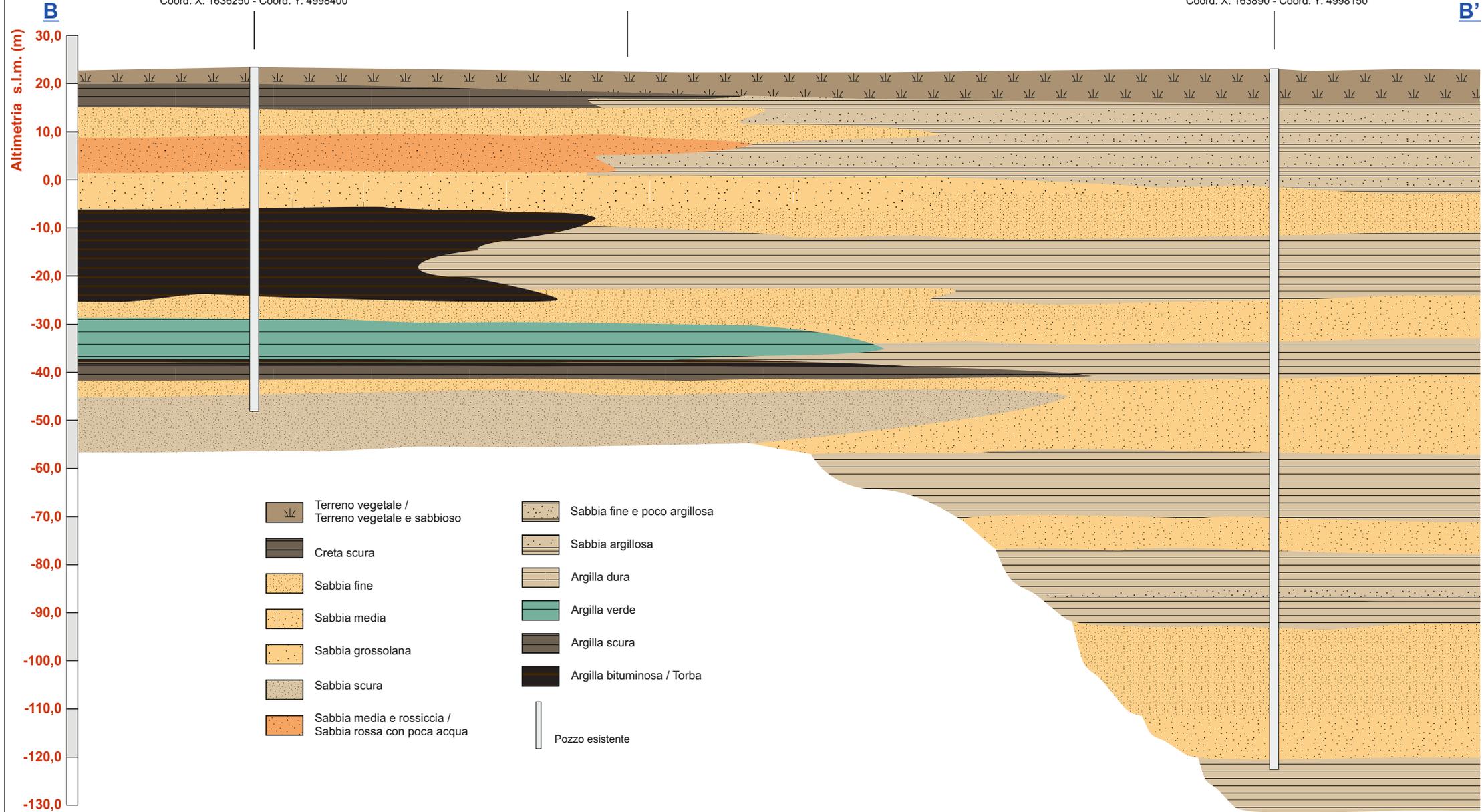
Tecnico incaricato: Dott. Paolo Pasini - Iscritto n.1610/AP Reg. Lombardia

Cantiere: Curtatone - San Silvestro (MN)

P114
23,9 m s.l.m.
Coord. X: 1636250 - Coord. Y: 4998400

Area d'intervento

P139
22,8 m s.l.m.
Coord. X: 163890 - Coord. Y: 4998150



Tecnico incaricato

Tipologia d'intervento

Dott. Paolo Pasini
 GEOLOGO
 Iscritto n.1610/AP Regione Lombardia

STRATIGRAFIA POZZO P113
 Cantiere: Curtatone - San Silvestro (MN)
 Coord. X:1636830 - Coord. Y: 4997650



Note

Data

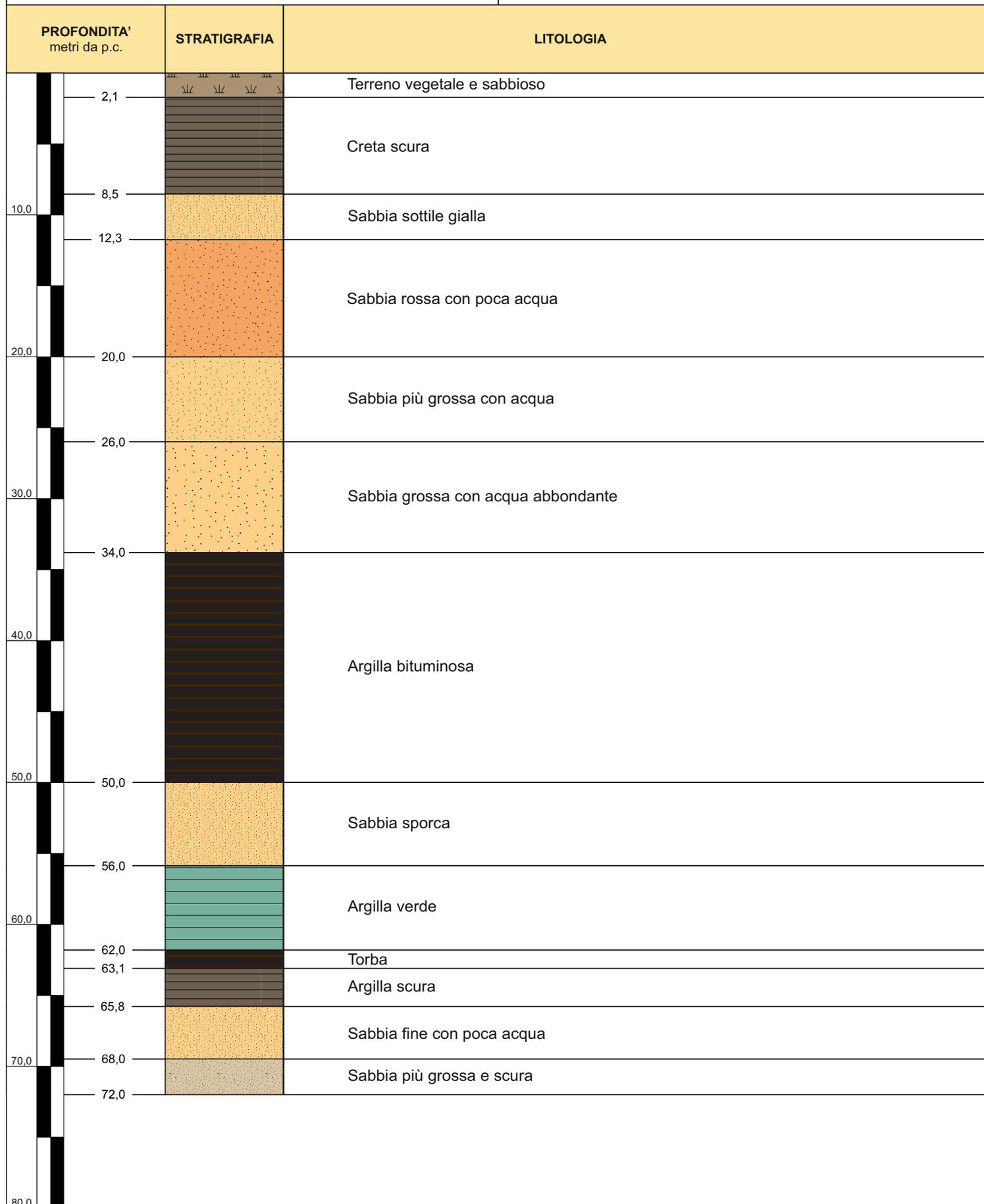
Agosto 2018

Tecnico incaricato

Tipologia d'intervento

Dott. Paolo Pasini
 GEOLOGO
 Iscritto n.1610/AP Regione Lombardia

STRATIGRAFIA POZZO P114
 Cantiere: Curtatone - San Silvestro (MN)
 Coord. X:1636250 - Coord. Y: 4998400



Note

Data

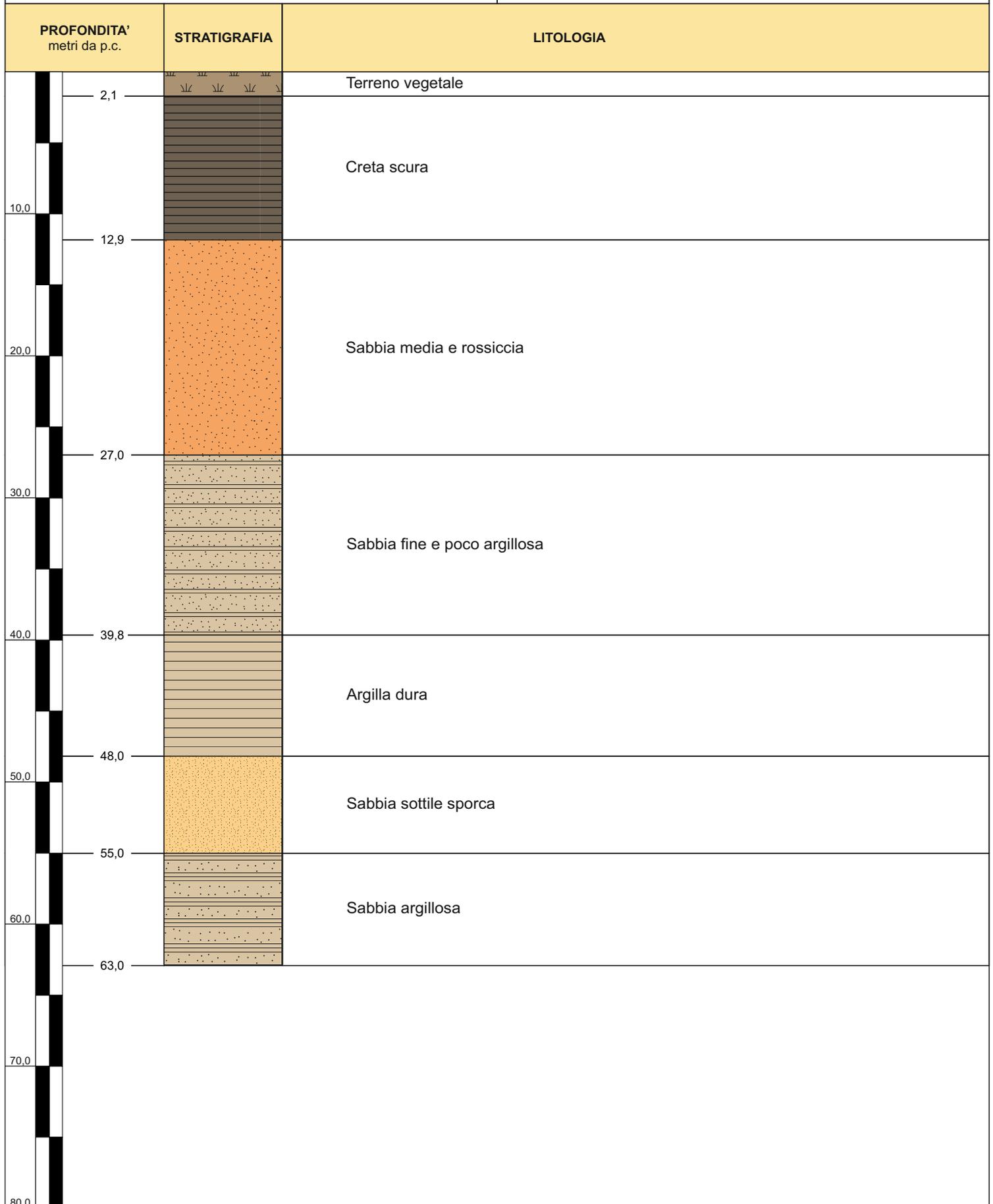
Agosto 2018

Tecnico incaricato

Tipologia d'intervento

Dott. Paolo Pasini
GEOLOGO
Iscritto n.1610/AP Regione Lombardia

STRATIGRAFIA POZZO P115
Cantiere: Curtatone - San Silvestro (MN)
Coord. X:1636700 - Coord. Y: 4999950



Note

Data

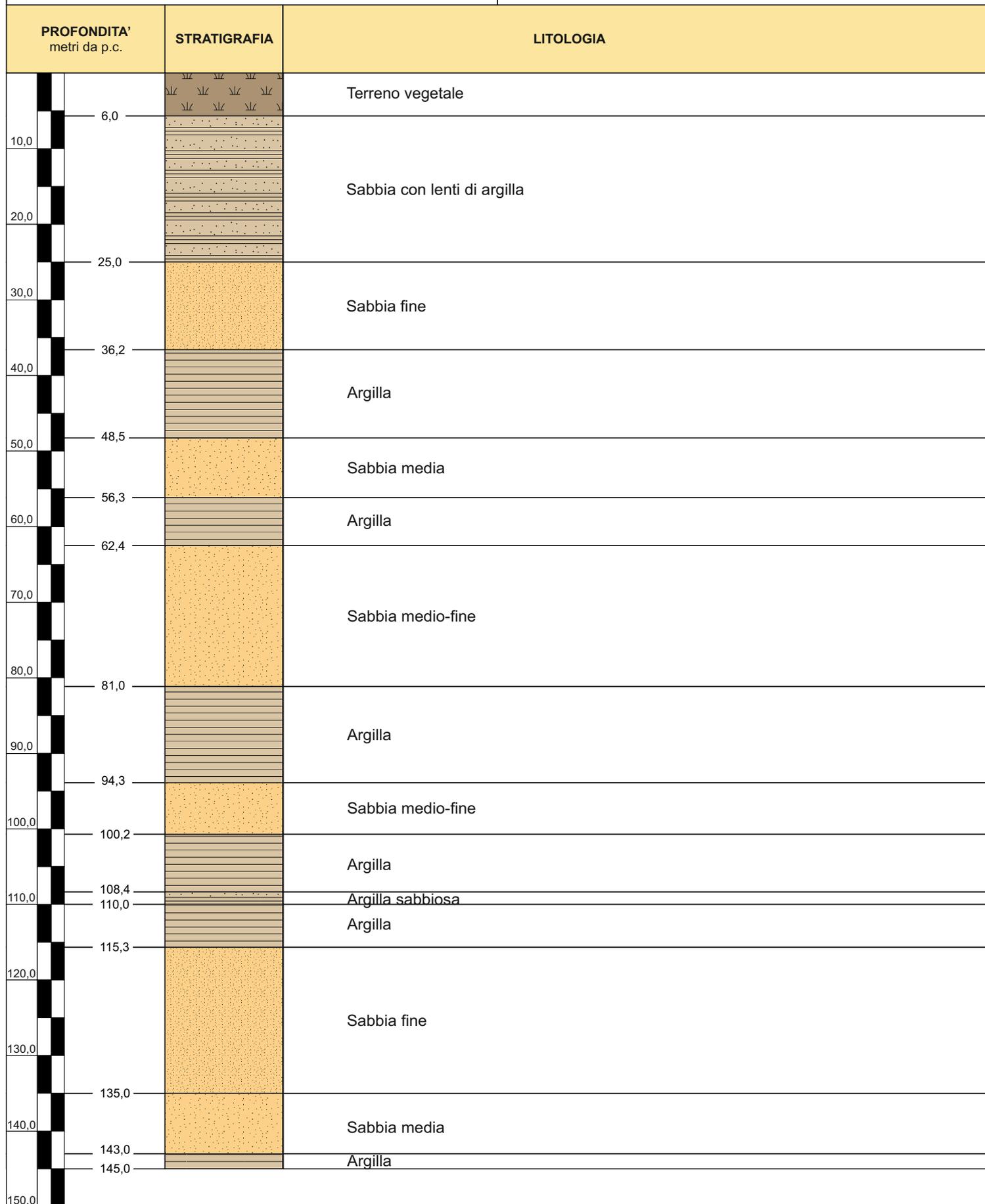
Agosto 2018

Tecnico incaricato

Tipologia d'intervento

Dott. Paolo Pasini
 GEOLOGO
 Iscritto n.1610/AP Regione Lombardia

STRATIGRAFIA POZZO P139
 Cantiere: Curtatone - San Silvestro (MN)
 Coord. X:1638900 - Coord. Y: 4998150



Note

Data

Agosto 2018

TRACCE SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE

Tecnico incaricato: Dott. Paolo Pasini - Iscritto n.1610/AP Reg. Lombardia

Cantiere: Comune di Curtatone - San Silvestro (MN)

Base Cartografica: CTR Regione Lombardia E7c5 (1:10.000) - Ortofoto

