

FUSINA S.R.L.

INDAGINI NEL SOTTOSUOLO

COMMITTENTE:
PARKO S.R.L. - MILANO

3029_19

PROGETTO DI UN COMPLESSO RESIDENZIALE
A BURAGO DI MOLGORA (MB) P.A. AT1 – VIA ALDO MORO
- RELAZIONE GEOLOGICA (R1) AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018/NTC 2018
- RELAZIONE GEOLOGICA (R3) AI SENSI DELLA DGR 2616/2011 -

MONZA, 25 FEBBRAIO 2019

Via Boccioni, 6 - 20900 Monza (MB)
Tel. 039/2028619 – Fax 039/2230311 – Cell. 348/7213807 – E-mail info@fusinasrl.it
C.F. e P.IVA 03014210961 - R.E.A. 1624114

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	3
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	3
5	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E VINCOLI	5
6	POZZI IDROPOTABILI E VINCOLI	6
7	FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO.....	6
8	ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	7
9	SOGGIACENZA DELLA FALDA.....	11
10	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI	11
11	RISULTATI DELLA PROVA INFILTROMETRICA.....	15
12	APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO	16
12.1	PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	16
12.2	PARAMETRI SISMICI.....	17
12.3	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	20
13	APPROFONDIMENTO SISMICO DI SECONDO LIVELLO	21
14	ALLEGATI	25

ALLEGATI

Tavola 1:	Stralcio della carta geologica
Tavola 2:	Stralcio della carta idrogeologica
Tavola 3:	Stralcio della carta dei vincoli
Tavola 4:	Stralcio della carta di pericolosità sismica locale
Tavola 5:	Stralcio della carta di fattibilità geologica
Tavola 6:	Ubicazione delle indagini
Grafici delle prove penetrometriche	
Elaborato grafico della prova sismica MASW	
Scheda litologica per approfondimento sismico di II livello	

1 PREMESSA

La società *Parko S.r.l.* di Milano ci ha affidato l'incarico per l'esecuzione di un'indagine geognostica in supporto al progetto di un complesso residenziale a Burago di Molgora (MB), in via Aldo Moro.

La presente relazione geologica (R1+R3), redatta ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della D.G.R. 2616/2011, costituisce uno studio geologico, idrogeologico, idraulico e sismico finalizzato alla verifica della fattibilità dell'intervento in progetto e fornisce ai progettisti tutte le indicazioni necessarie alla redazione del progetto esecutivo.

Il programma delle indagini ha previsto l'esecuzione di otto prove penetrometriche dinamiche continue SCPT, tre trincee esplorative in una delle quali è stata eseguita una prova di infiltrazione in pozzetto e una prova sismica MASW in data 18 aprile 2013.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- P.G.T. comunale;
- D.G.R. 2129/2014;
- L.R. 33/2015;
- D.G.R. 5001/2016;
- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 – D.M. 17 gennaio 2018;
- Circolare applicativa delle NTC 2018 – 11/02/2019
- D.G.R. 2616/2011;
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – D.Lgs. 49/2010.
- D.G.R. 19/06/2017, n. X/6738

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area di indagine si inquadra nella alta pianura alluvionale in cui, dal punto di vista morfologico, sono riconoscibili solo i terrazzi fluviali attuali, anche questi parzialmente obliterati dall'attività antropica di rimodellamento.

Dal punto di vista geologico nell'area di interesse sono presenti i depositi dell'Allogruppo di Besnate, appartenenti al Pleistocene medio-superiore.

Trattasi di ghiaie in prevalenza a supporto di matrice sabbiosa fine, più raramente a supporto clastico.

Alla sommità sono presenti sedimenti fini e rari ciottoli.

In particolare, l'unità appartiene alla pianura principale con blande ondulazioni più marcate verso nord, interpretabili come relitti di paleovalle, che come abbiamo visto risultano poco visibili, a causa dell'obliterazione antropica.

4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nella tabella seguente sono riportate le denominazioni delle diverse Unità idrogeologiche secondo gli Autori che hanno trattato l'argomento.

UNITA' LITOLOGICHE (MARTINI S. & MAZZARELLA S., 1971)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE (FRANCANI & POZZI, 1981)	UNITA' STRATIGRAFICHE (PIERI & GROPPA, 1981)	UNITA' IDROGEOLOGICHE (AVANZINI, BERETTA, FRANCAI et al., 1995)	GRUPPI ACQUIFERI (REGIONE LOM-BARDIA & A.G.P., 2002)
LITOZONA GHIAIOSO - SABBIOSA	FLUVIOGLACIALE WURM AUCT. (Dil. Recente)	ALLUVIONE	UNITA' GHIAIOSO - SABBIOSA	A
	FLUVIOGLACIALE RISS - MINDEL AUCT. (Dil. Medio - Antico)		UNITA' SABBIOSO - GHIAIOSA	B
	CEPPO AUCT.		UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI	
LITOZONA SABBIOSO - ARGILLOSA	VILLAFRANCHIANO	SABBIE DI ASTI	UNITA' SABBIOSO - ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)	C
LITOZONA ARGILLOSA			UNITA' ARGILLOSA (facies marine)	D

Il Gruppo Acquifero D, il più profondo, è costituito da una sequenza in facies negativa, o a granulometria inversamente crescente (Coarsening Upward) di età pleistocenica inferiore, caratterizzata da argilla siltosa e silt con intercalazioni di sabbia

fine e finissima in strati sottili alla base, sabbia grigia fine e media nella porzione intermedia, e ghiaia poligenica alternata a sabbia nella parte alta.

La successione sedimentaria è interpretata come un sistema deposizionale di delta – conoide progradante da Nord verso Sud.

Il soprastante Gruppo Acquifero C, attribuito al Pleistocene Medio, è ripartito in due distinti cicli regressivi: il ciclo inferiore è costituito, alla base, da sedimenti marini di piattaforma, rappresentati in prevalenza da argilla siltoso - sabbiosa che passano superiormente a depositi prevalentemente sabbiosi di ambiente transizionale, la parte alta del ciclo è invece rappresentata da depositi continentali di piana alluvionale con sabbia grigia da finissima a media, laminata, alternata ad argilla siltosa e argilla palustre scura, ricca in sostanza organica.

Il ciclo regressivo inferiore è interrotto da una fase trasgressiva che ha coinciso con la deposizione di facies transizionali di un sistema litorale a prevalenti sabbie finissime passanti superiormente ad argille marine di piattaforma.

La porzione basale del ciclo superiore è rappresentata da una sequenza di facies negativa di progradazione di sistemi deltizi (ambiente transizionale), con prevalente sabbia grigia fine e media in strati gradati. Segue una sedimentazione in ambiente continentale di piana alluvionale con sabbia grigia, da finissima a media, alternata ad argilla siltosa ed argilla nerastra.

Il Gruppo Acquifero B è suddivisibile in due distinti cicli positivi (fining upward) di spessore pari a circa 20 m mentre nel ciclo inferiore prevalgono i litotipi sabbiosi, con sabbia grigia da fine a grossolana, raramente ciottolosa, massiva o laminata, in strati gradati da sottili a molto spessi.

Il ciclo superiore è caratterizzato da granulometrie più grossolane, con chiara prevalenza delle ghiaie, nelle aree più prossime alle aree alpine di alimentazione, e delle sabbie in quelle meridionali più distali.

Il limite di base del Gruppo Acquifero B coincide con una fase molto importante nell'evoluzione sedimentaria della pianura lombarda per quanto attiene a litologie, facies sedimentarie, ambienti e sistemi deposizionali e direzione degli apporti. Esso segna infatti il passaggio alla deposizione generalizzata di sedimenti grossolani, rappresentati da sabbie medio - grossolane, sabbie ciottolose e ghiaie a matrice sabbiosa.

L'ambiente di deposizione è esclusivamente continentale con sistemi deposizionali di piana alluvionale dominata da sistemi fluviali braided ad alta energia, caratterizzati da sedimenti sabbioso - ghiaiosi poco classati organizzati in strati molto spessi, per lo più amalgamati.

Il Gruppo Acquifero A presenta forti analogie con il sottostante Gruppo B in termini di litofacies, ambienti e sistemi deposizionali e ha spessori medi dell'ordine di 40-60 metri.

I depositi sono costituiti da ghiaie e ghiaie ciottolose poligeniche a matrice sabbiosa da media a molto grossolana; l'ambiente deposizionale è continentale e dominano, in particolare, le piane alluvionali con sistemi fluviali di tipo braided.

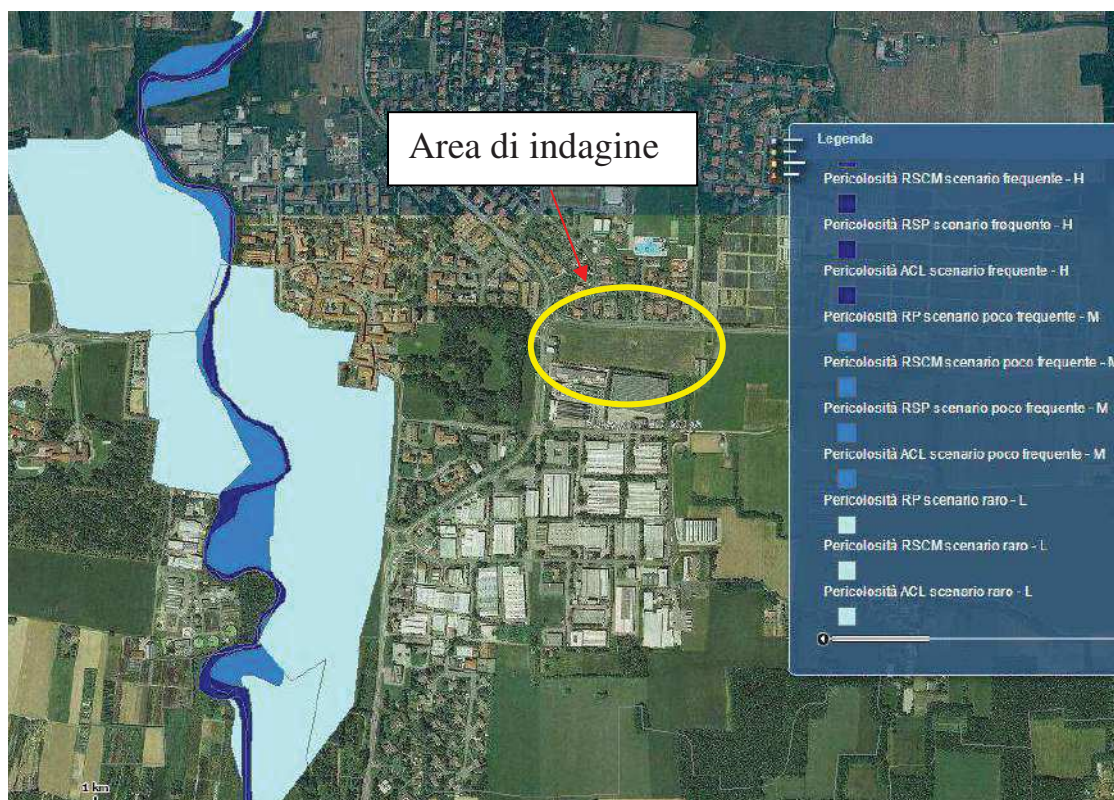
5 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E VINCOLI

L'idrografia principale è rappresentata, per l'area in oggetto, dal Torrente Molgora, che scorre a circa 700 metri ad ovest rispetto all'area di intervento.

L'area oggetto di intervento non risulta compresa all'interno della fascia di rispetto del corso d'acqua di cui sopra, appartenente al Reticolo Idrico Principale, secondo la D.G.R. 01/10/2008. Tale fascia viene individuata entro 10 metri dalle sponde del corso d'acqua, così come definito nel R.D. 523 del 25/07/904.

Pertanto l'area non risulta vincolata dal punto di vista idraulico.

Inoltre, la figura sottostante, estratta dal GeoPortale della Lombardia e riguardante la mappatura del rischio idraulico della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – DLgs 49/2010 – “Adozione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico Padano (PGRA) e del Progetto di Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI)”, mostra che l'area di intervento ricade nell'ambito delle aree non allagabili.



6 POZZI IDROPOTABILI E VINCOLI

Sul territorio comunale sono presenti pozzi ad uso idropotabile, e l'area oggetto di intervento risulta esterna alle relative fasce di rispetto (tavole 2 e 3), individuate con criterio geometrico e aventi raggio pari a 200 metri e centro nei rispettivi punti di captazione.

Pertanto l'area, anche da questo punto di vista, non risulta vincolata.

7 FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

L'area oggetto di studio, per un'intorno significativo, è stata collocata nella classe di **fattibilità geologica 2 be "fattibilità con modeste limitazioni"**.

Principali caratteristiche: Si tratta di aree a morfologia subpianeggiante, con blande ondulazioni dovute a relitti di paleoalvei, con depositi fluviali e fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto di matrice sabbiosa o di clasti. In genere granulari da mediamente a molto addensati, con buone caratteristiche portanti.

Problematiche generali: locale presenza di terreni superficiali con scarse caratteristiche portanti. Vulnerabilità dell'acquifero da estremamente elevata ad elevata.

Parere sull'edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alla verifica delle caratteristiche portanti del terreno e alla salvaguardia dell'acquifero.

Opere edificatorie ammissibili: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rende necessaria la verifica litotecnica e geotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geotecniche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT), secondo quanto indicato nella normativa vigente.

8 ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Metodologia di esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)

La prova penetrometrica standard (Standard Cone Penetration Test) consiste nel misurare il numero di colpi necessario ad infiggere per 30 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Le misure vengono fatte senza soluzione di continuità a partire da piano campagna: ogni 30 cm di profondità si rileva perciò un valore del numero di colpi necessario all'infissione.

Caratteristiche tecniche:

- altezza di caduta della mazza: 75 cm;
- peso della mazza: 73 kg
- punta conica: conicità 60°, $\phi = 51$ mm;
- aste: $\phi = 34$ mm

Il risultato viene dato in forma di grafico, con una linea rappresentante la resistenza che il terreno ha opposto alla penetrazione alla punta (RP).



Esecuzione delle prove penetrometriche.

Metodologia di esecuzione delle trincee esplorative

Le tre trincee esplorative sono state eseguite mediante escavatore meccanico cingolato, che ha permesso di raggiungere la profondità di 4 metri in ciascuna di esse.



Esecuzione delle trincee esplorative.

Metodologia di esecuzione della prova di infiltrazione in pozzetto

Per la prova di infiltrazione è stata eseguita una trincea, e a fondo scavo, ossia – 4 metri dal piano campagna, è stata eseguita la prova.

A fondo scavo è stato ricavato, sempre mediante pala meccanica, un pozzetto di 1 m x 1 m e profondo 0,7 m, che è stato poi riempito con acqua, per un'altezza iniziale di 30 cm.

Si è proceduto, quindi, alla misura del moto di filtrazione dell'acqua nel terreno che costituiva il fondo del pozzetto. Le operazioni hanno compreso la misura a intervalli regolari (ogni 2 minuti) della variazione di altezza del pelo libero dell'acqua, immessa precedentemente nel pozzetto.



Esecuzione prova di infiltrazione.

Metodologia di esecuzione della prova sismica MASW

Lo scopo dell'indagine è stato quello di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali Vs da cui ricavare il parametro Vs30.

Le caratteristiche della prova sono:

Stendimento geofonico (m)	Energizzazioni (n.)	Geofoni (n.)
46	8	24

Analisi multicanale delle onde superficiali

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. L'intero processo comprende tre passi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente, come è stato nel nostro caso.

In allegato sono riportati i risultati della prova MASW. Nel riquadro principale dell'elaborato si osserva la stratigrafia delle Vs ricavata dalla prova, nonché le curve di dispersione misurate e calcolate. A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro **Vs30** calcolato.



Esecuzione della prova sismica MASW.

9 SOGGIACENZA DELLA FALDA

Durante l'esecuzione delle indagini non è stato possibile rilevare il livello di falda, che in questa zona si attesta ad una profondità superiore a 20 metri dal piano campagna.

10 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI

Le prove penetrometriche eseguite hanno permesso di rilevare un andamento confrontabile, ad eccezione delle prova P8: da piano campagna a circa – 1,5 metri, il terreno è costituito da sabbia limosa con ghiaia, avente un grado di consistenza scarso; da tale profondità a circa – 2,5 metri, il terreno passa a sabbia debolmente ghiaiosa, con grado di addensamento da scarso a medio; da circa – 2,5 metri al termine delle prove (rifiuto strumentale tra – 7 e – 8 metri), il terreno è costituito da ghiaia sabbiosa con ciottoli e grado di addensamento buono.

La prova P8 ha fornito un andamento decisamente più sfavorevole rispetto alle altre sette prove e più precisamente: da piano campagna a circa – 2 metri, il terreno è costituito da sabbia limosa con ghiaia, avente un grado di consistenza scarso; da tale profondità a circa – 3,5 metri, il terreno passa a sabbia debolmente ghiaiosa, con grado di addensamento da scarso a medio; da circa – 3,5 metri a circa – 6,5 metri, è presente sabbia sciolta, a cui segue, fino al termine della prova (rifiuto strumentale a 11,40 metri), uno strato di ghiaia sabbiosa con ciottoli e grado di addensamento buono. L'andamento

geo-meccanico generale della prova fa propendere per l'individuazione dei cosiddetti "Occhi pollini" fino alla profondità di 6,5 metri, tipici di questo territorio.

Le trincee esplorative, nonché quella eseguita per la prova di infiltrazione, hanno confermato, fino a – 4 metri dal piano campagna, la stratigrafia desunta dalle prove penetrometriche ovvero: da piano campagna a – 1 metro il terreno è costituito da sabbia limosa con ghiaia subordinata, seguita, fino a fondo scavo da ghiaia con sabbia e ciottoli di grosse dimensioni.



I parametri geotecnici indicati nel seguito sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche.

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati sono quelli consigliati da diversi Autori (Peck, Hanson e Thornburn, 1953; K. Terzaghi e R.B. Peck, 1976; G. Sanglerat, 1979; J.E. Bowles, 1982) e sono stati definiti in modo moderatamente cautelativo.

I valori delle resistenze all'avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche sono stati correlati ai valori di N_{SPT} , utilizzati per la valutazione dei parametri di resistenza e deformabilità, mediante la seguente relazione:

$$N_{spt} = 1,5 \times N_{scpt}$$

I valori di resistenza alla penetrazione dinamica ricavati dalle prove in sito sono stati normalizzati in funzione della profondità, del tipo di attrezzatura utilizzata e delle caratteristiche granulometriche generali dei terreni, secondo la seguente equazione:

$$N'(60) = N_{SPT} \times 1.08 \times C_r \times C_d \times C_n$$

dove: **N'(60)** = valore di resistenza normalizzato

C_r = fattore di correzione funzione della profondità

C_d = fattore di correzione funzione del diametro del foro

C_n = fattore di correzione funzione della granulometria del terreno

1.08 = valore di correzione funzione delle caratteristiche di restituzione dell'energia sviluppata dall'attrezzatura

La stima del valore della densità relativa (*Dr*) è stata eseguita secondo le equazioni proposte da Skempton (1986):

$$Dr \cong \sqrt{N_{60}/60}$$

La valutazione del valore dell'angolo d'attrito mobilizzabile, in termini di sforzi efficaci, è stata effettuata sulla base delle correlazioni proposte da Shmertmann, 1977.

Sono state quindi riconosciute diverse unità geotecniche, suddivise per spessore e aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

prove da P1 a P7

- Dal p.c. a circa – 1,5 m

$$N_{SPT} = 4$$

$$\Phi = 26^\circ$$

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 15 \%$$

- Da circa – 1,5 m a circa – 2,5 m

$$N_{SPT} = 7$$

$$\Phi = 28^\circ$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 30 \%$$

- Da circa – 2,5 m al termine delle prove

$$N_{SPT} = 35$$

$$\Phi = 35^\circ$$

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 70 \%$$

prova P8

- Dal p.c. a circa – 2 m
 $N_{SPT} = 4$
 $\Phi = 26^\circ$
 $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
 $D_r = 15 \%$
- Da circa – 2 m a circa – 3,5 m
 $N_{SPT} = 7$
 $\Phi = 28^\circ$
 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
 $D_r = 30 \%$
- Da circa – 3,5 m a circa – 6,5 m
 $N_{SPT} = 5$
 $\Phi = 27^\circ$
 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
 $D_r = 20 \%$
- Da circa – 6,5 m al termine della prova
 $N_{SPT} = 35$
 $\Phi = 35^\circ$
 $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
 $D_r = 70 \%$

N.B.: N_{SPT} = numero colpi/30 cm;

Φ = angolo di attrito del materiale;

γ = peso di volume;

D_r = densità relativa.

11 RISULTATI DELLA PROVA INFILTROMETRICA

Scopo dell'indagine è stato quello di verificare le caratteristiche idrauliche, in particolare la permeabilità verticale, dei terreni superficiali.

La trincea entro la quale è stata eseguita la prova di infiltrazione è indicata in planimetria con il nome di S2.

Come detto, a fondo scavo è stato ricavato un pozzetto di 1 m x 1 m e profondo 0,7 m, che è stato poi riempito con acqua, per un'altezza iniziale di 30 cm.

Si è proceduto, quindi, alla misura del moto di filtrazione dell'acqua nel terreno che costituiva il fondo del pozzetto. Le operazioni hanno compreso la misura a intervalli regolari (ogni 2 minuti) della variazione di altezza del pelo libero dell'acqua, immessa precedentemente nel pozzetto.

Con i dati ottenuti si è ricavata una stima del coefficiente di permeabilità attraverso la seguente formula:

$$K \text{ (m/s)} = (h_2 - h_1) / (t_2 - t_1) * (1 + 2 h_m / b) / (27 h_m / b + 3)$$

Dove h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto (m), b = lato del pozzetto (m)

Applicando tale formula, abbiamo ottenuto il seguente risultato:

Primo intervallo : $k \text{ (m/s)} = 4,5 * 10^{-3}$

Secondo intervallo : $k \text{ (m/s)} = 5,6 * 10^{-3}$

Terzo intervallo : $k \text{ (m/s)} = 4,2 * 10^{-3}$

Quarto intervallo : $k \text{ (m/s)} = 2,8 * 10^{-3}$

I valori ottenuti confermano la presenza di terreni granulari misti, dove prevale la frazione granulare ghiaioso-sabbiosa; i risultati ottenuti indicano che il terreno, a – 4 metri dal piano campagna, possiede un grado di permeabilità alto, nell'ordine di 10^{-3} m/s.

12 APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO

12.1 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

In adempimento a quanto previsto dal D.M. 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" e in accordo con la D.G.R. 30 marzo 2016 n. X/5001 "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica", viene richiesta l'analisi della sismicità secondo le modalità indicate in All. 5 della D.G.R. IX/2616/2011.

Secondo la classificazione sismica vigente (Delibera Giunta regionale 11 luglio 2014 - n. X/2129), il comune di Burago di Molgora risulta inserito in zona sismica 3.

Per l'area di intervento, nella relazione geologica allegata al P.G.T. comunale, non viene indicato alcuno scenario di pericolosità sismica locale, sebbene l'area possieda le caratteristiche dello scenario PSL Z4a.

Si rammenta che gli scenari sono definiti nella classificazione indicata nella Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616/2011, qui sotto allegata:

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	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	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 i coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Per la valutazione numerica degli effetti di amplificazione sismica sitospecifica la procedura di cui al punto 1.4.4 dell'Allegato B alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Sintesi delle procedure", prevede l'applicazione di tre livelli di approfondimento sismico con grado di dettaglio crescente in funzione della zona sismica di appartenenza, come illustrato nella tabella seguente:

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Nel caso specifico, considerando che l'area possiede le caratteristiche dello scenario di PSL Z4a, riteniamo opportuno eseguire l'approfondimento sismico di 2° livello, oltre a quello di 1° livello.

12.2 PARAMETRI SISMICI

Per quanto concerne la determinazione dei parametri di scuotimento sismico dell'area di progetto, facendo riferimento al D.M. 17/01/18 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", la sismicità di base del sito è definibile in funzione del valore assunto dall'accelerazione massima attesa su suolo rigido per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento nazionale, le cui coordinate sono le seguenti:

Sito in esame

latitudine: 45,596242
longitudine: 9,387373
Classe: 2
Vita nominale: 2

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 11597	Lat: 45,6141	Lon: 9,3491	Distanza: 3577,919
Sito 2 ID: 11598	Lat: 45,6165	Lon: 9,4204	Distanza: 3412,655
Sito 3 ID: 11820	Lat: 45,5665	Lon: 9,4238	Distanza: 4352,736
Sito 4 ID: 11819	Lat: 45,5641	Lon: 9,3525	Distanza: 4484,977

Come prima fase si determinano i parametri delle azioni sismiche di progetto proprie del sito oggetto di intervento; i parametri sismici per periodi di ritorno di riferimento T_r sono quelli riportati nella seguente tabella:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	a_g [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,22	2,54	0,18
S.L.D.	50,0	0,24	2,53	0,19
S.L.V.	475,0	0,58	2,57	0,27
S.L.C.	975,0	0,75	2,58	0,29

Dove a_g = accelerazione orizzontale massima al sito,

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

T_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Inoltre, le NTC 2018 calcolano i coefficienti sismici k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta \times (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0,5 \times K_h$$

β = Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = Accelerazione di gravità;

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	a_{max} [m/s ²]	beta [-]	k_h [-]	k_v [sec]
S.L.O.	0,33	0,2	0,0067	0,0034
S.L.D.	0,36	0,2	0,0073	0,0037
S.L.V.	0,87	0,2	0,0177	0,0089
S.L.C.	1,125	0,2	0,0229	0,0115

Per la scelta dei parametri progettuali, vista l'importanza dell'opera, abbiamo assegnato ai manufatti una vita nominale V_n (2.4.1 - NTC2018) maggiore di 50 anni e una classe d'uso "II" (2.4.2 – NTC2018). Ne consegue che il periodo di riferimento V_r per le azioni sismiche è pari a $V_n \times C_u$ (coefficiente d'uso = 1 per classe d'uso II) = 50 anni.

L'azione sismica di progetto tiene inoltre conto della categoria di sottosuolo di riferimento (3.2.2 – NTC2018); sono previste cinque classi di terreni, identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche rilevate nei primi 30 metri, e definite dalla velocità delle onde S (tab. 3.2.II del D.M. 17.01.2018).

Come condizione topografica al contorno, dovrà essere considerata la categoria T1, propria dei terreni pianeggianti.

Le NTC2018 raccomandano fortemente la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s ; a tale scopo abbiamo eseguito una prova sismica MASW.

La prova ha fornito il risultato di $V_{seq} = 385 \text{ m/s}$. Pertanto, il terreno presenta caratteristiche conformi alla **categoria sismica di sottosuolo B**.

In realtà, come vedremo nel capitolo 13 “Approfondimento sismico di secondo livello”, per l'intervento in oggetto va considerata la categoria sismica di sottosuolo C, in quanto i fattori di amplificazione calcolati per la categoria B del sito superano i limiti di legge imposti dalla Regione Lombardia. Si sottolinea che tutti i parametri sismici indicati nel presente paragrafo sono già riferiti alla categoria sismica C.

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

12.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione interessa depositi sabbiosi e sabbioso-limosi saturi che durante e immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale le condizioni di stabilità non sono più garantite e la massa di terreno interessata dal fenomeno comincia ad assestarsi fino a che la nuova configurazione del terreno non è compatibile con la diminuita resistenza al taglio.

I parametri che governano il fenomeno sono rappresentati in generale da:

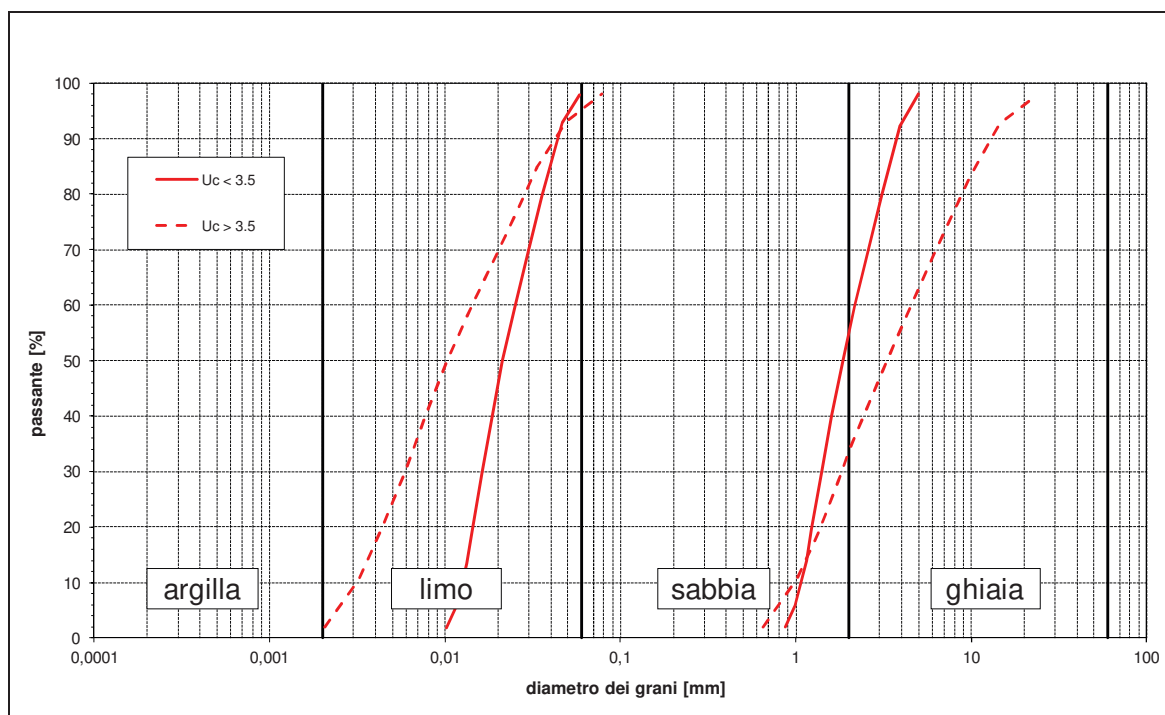
- condizioni di drenaggio e grado di saturazione del deposito;
- granulometria del deposito;
- stato di addensamento;
- intensità, forma spettrale e durata delle sollecitazioni cicliche;
- stato tensionale iniziale;
- storia tensionale e deformativa del deposito;
- fenomeni di aging.

In caso di accertata liquefacibilità del terreno di fondazione occorrerà valutare le deformazioni indotte e le conseguenze delle stesse sulla funzionalità delle opere previste in progetto.

Ai sensi del D.M. 17/01/18, i terreni di fondazione sono da non ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in occasione dell'evento sismico e la verifica a liquefazione può essere omessa quando si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

- 1) l'accelerazione massima attesa a piano campagna in condizioni di free-field è inferiore a 0.1 g;
- 2) la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 m da p.c.;
- 3) sono presenti depositi sabbiosi puliti con resistenza penetrometrica dinamica normalizzata (N₁)₆₀ superiore a 30 o con resistenza penetrometrica statica normalizzata $q_{c1N} > 180$;

- 4) sono presenti terreni con distribuzione granulometrica esterna ai limiti indicati nel grafico seguente



Nel caso in esame, i terreni di fondazione non sono da ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in quanto è verificata la condizione 2); infatti la profondità media stagionale della falda è superiore a 20 m da p.c.

13 APPROFONDIMENTO SISMICO DI SECONDO LIVELLO

Il secondo livello di approfondimento consente la caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta PSL e fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del Fattore di amplificazione (Fa).

Per quel che riguarda gli effetti litologici, la procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- Litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- Stratigrafia del sito;
- Andamento delle Vs (velocità delle onde di taglio) con la profondità;
- Spessore e velocità di ciascuno strato;

- Modello geofisico del terreno.

Parametri litologici e stratigrafici – modello geotecnico del terreno

Le caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei terreni oggetto di studio, necessarie per l'analisi di rischio di secondo livello, sono state ricostruite mediante i risultati delle indagini geognostiche riportate in allegato.

Onde di taglio Vs e modello geofisico del terreno

Sulla base della stratigrafia delle velocità di propagazione delle onde di taglio definita per l'area in esame è possibile definire un valore di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ secondo la seguente espressione, in accordo al D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni":

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

Dove H rappresenta la profondità del substrato sismico, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto addensato caratterizzata da valori di velocità di propagazione delle onde di taglio VS non inferiori a 800 m/s e h_i e $V_{S,i}$ rappresentano rispettivamente lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio di ciascuno strato. Nel caso in cui la profondità del substrato H sia superiore a 30 m dal piano di riferimento (piano di posa delle fondazioni superficiali, testa dei pali di fondazione, testa di opere di sostegno di terreni naturali, piano di posa delle fondazioni di muri di sostegno di terrapieni) la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro VS30, ottenuto ponendo H pari a 30 nella precedente espressione e considerando le velocità di propagazione dei diversi strati di terreno fino a tale profondità.

Nel nostro caso la profondità del substrato sismico è sicuramente superiore a 30 m dal piano di riferimento

Stima degli effetti litologici e del fattore di amplificazione

Tenuto conto di tutti i dati illustrati nei precedenti paragrafi e quindi del modello stratigrafico-geofisico-geotecnico emerso dalle elaborazioni, possono essere applicate le procedure finali dell'All.5 alla D.G.R. IX/2616/2011 per la stima degli effetti litologici e del relativo Fattore di amplificazione (Fa).

Calcolo del fattore di amplificazione

Il calcolo del periodo proprio del sito (T) è stato effettuato tramite la seguente formula:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

Per quel che concerne la scheda di valutazione più idonea alla stima degli effetti litologici, si è considerata la scheda “litologia sabbiosa”.

Inoltre, tenuto conto della profondità del primo strato equivalente e della velocità Vs ottenuta come media pesata (209 m/s con 4 metri di spessore di strato equivalente), si è considerata la curva caratteristica n. 2.

Nella seguente tabella, riportiamo i valori di T (periodo proprio del sito), calcolati ad ogni variazione di velocità:

STRATO CON VELOCITA' ONDE S COSTANTE	VALORE DI Vs	PERIODO PROPRIO (T)
da 0 metri a – 1,5 metri	200	0,03
da – 1,5 metri a – 4 metri	215	0,076418
da – 4 metri a – 9 metri	320	0,132923
da – 9 metri a – 15 metri	410	0,183767
da – 15 metri a – 27 metri	505	0,266119
da – 27 metri a – 39 metri	620	0,330697

Tabella – periodo proprio di oscillazione ad ogni variazione di velocità delle onde S.

Si è ottenuto un valore massimo del periodo del sito T pari a 0,33.

Calcoliamo i fattori di amplificazione sia per il periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s sia per il periodo compreso tra 0.5 e 1.5 s.

Calcolo di Fa mediante la curva n.2 della scheda “litologia sabbiosa”:

- **Fa_{0.1÷0.5 s} = 1,69**
- **Fa_{0.5÷1.5 s} = 1,48**

I valori ottenuti per i coefficienti di amplificazione propri del sito sono stati confrontati con i valori di soglia forniti dalla Regione Lombardia.

Per il comune di Burago di Molgora, per suoli di tipo B, il valore di soglia calcolato è pari a 1,4 per il periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s ed è pari a 1,7 per il periodo compreso tra 0.5 e 1.5 s.

Poiché risulta:

- **Fa_{0.1÷0.5 s} = 1,69 > 1,4** → Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) > Soglia comunale (FAS);
- **Fa_{0.5÷1.5 s} = 1,48 < 1,7** → Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) < Soglia comunale (FAS).

Ne consegue che:

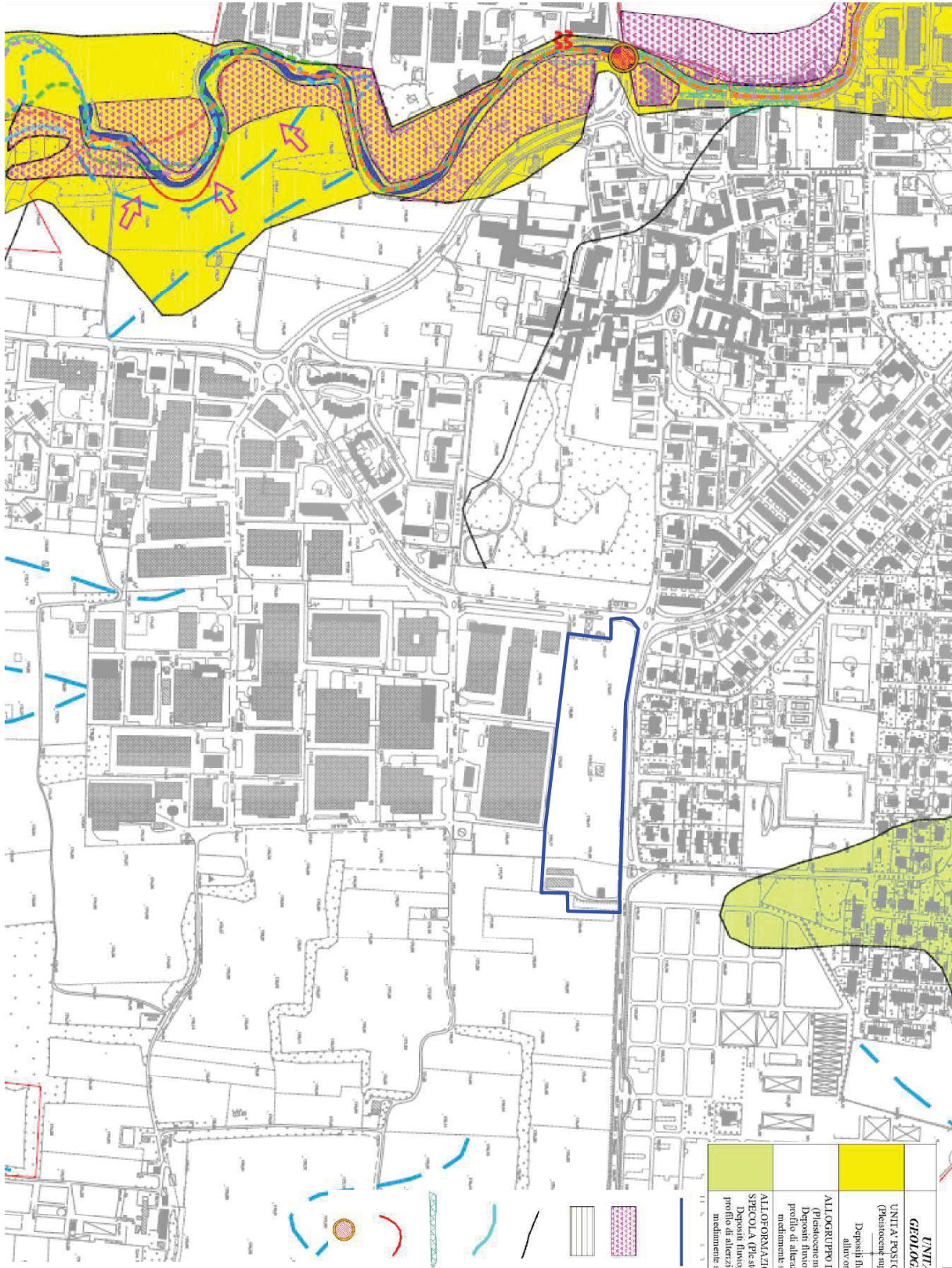
- Sulla base dell'applicazione del 2° livello di approfondimento sismico di cui alla D.G.R. IX/2616/2011, la categoria di sottosuolo ricavata secondo le procedure contenute nella normativa antisismica è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica propri del sito.
- La normativa prevede che, nel caso di Fa di sito calcolato > Fa di soglia comunale, venga eseguita una analisi sismica di 3° livello in fase di progettazione edilizia o che, in alternativa, venga utilizzato lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore fino alla verifica Fa sito < Fa soglia (tale condizione, per un periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s, viene raggiunta utilizzando una categoria di sottosuolo di tipo C, il cui Fa di soglia è di 1,9, quindi >1,69).
- **Pertanto, per il progetto di via Aldo Moro va considerata la categoria sismica di sottosuolo C, così come anticipato nel paragrafo 12.2.**

Dott. Geol. Fabio Fusina



14 ALLEGATI

AREA DI INDAGINE



UNITA' GEOLGICHE	LITOLOGIA	UNITA' DI PAESAGGIO
UNITA' POSTGLACIALE (Pleistocene sup. - Olocene) Depositi fluviali e alluvionali	Ghiaccia medio periglaciale a supporto di fango di matrice sabbiosa e ghiaie e limi con intercalazioni ghiaiose	UNITA' DELLA VALLE DEL T. MOLGORA Alveo del Torrente Molgora e aree ad esso circostanti delimitate e separate da orli di terrazzo dalla piana circostante
ALLOGRUPPO DI GRENATE (Pleistocene medio - sup) Depositi fluviali con profilo di altitudine poco o moderatamente sviluppato	Ghiaccia in prevalenza a supporto di matrice sabbiosa fine, più raramente a supporto classico. Alla sommità sono presenti sedimenti fini e rari ciottoli	UNITA' DELLA PIANA PRINCIPALE Pianura principale con blande ondulazioni più marcate verso Nord interpretabili come relitti di paleovalle
ALLOFORMAZIONE DELLA SPECOLA (Pleistocene medio) Depositi fluviali con profilo moderato da poco a moderatamente sviluppato	Ghiaccia fine da sabbiosa a limosa, più raramente ghiaiosa. Alla sommità sono presenti sedimenti fini e rari ciottoli	UNITA' DEI TERRAZZI FLUVIOGLACIALI Terrazzi più rilevanti con scarpate dolci di raccordo alla piana principale

- Attuale alveo del Torrente Molgora dedotto da cartografia alla scala comunale
- Zona con scasso dislivello altimetrico rispetto all'alveo di magra
- Zona con debole risalto morfologico
- Orlo di terrazzo evidente
- Orlo di terrazzo poco evidente
- Alveo abbandonato
- Traccia di paleovalle (Fonte dati: SIT)
- Opere di difesa spondale, argini
- Nicchia di frana spontanea
- Fenomeni di collassamento spontaneo
- Punto critico
- Vergenza delle piane

FUSINA S.R.L.
Via Bocconi, 6 - 20090 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807
E-mail: info@fusinasrl.it

COMMITTENTE:
PARCO S.R.L. - MILANO

CANTIERE:
BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO

TITOLO:
TAV. 1 - STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA

DATA:
FEBBRAIO 2019

AREA DI INDAGINE

PREVENTORI E/O RIDUTTORI DELL'INQUINAMENTO

Zona di rispetto dei pozzi ad uso potabile con criterio geometrico (200 m)
(D.Lgs 152/06 - D.G.R. 7/12693/03)

Zona di rispetto dei pozzi ad uso potabile con criterio temporale (D.Lgs 152/06 - D.G.R. 7/12693/03 - D.G.R. 6/15137/96)

Zona di rispetto dei pozzi ad uso potabile con criterio temporale (D.Lgs 152/06 - D.G.R. 7/12693/03 - D.G.R. 6/15137/96)

Piattaforma ecologica

Pozzi chiusi (cementati)

POTENZIALI INGESTORI E VIACOLI DI INQUINAMENTO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

Corso d'acqua superficiale gravemente inquinato e alimentante l'acquifero libero (T. Molgora)

**PRODUTTORI REALI E POTENZIALI DI INQUINAMENTO
DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI**

Rete fognaria

Perimetro delle attività produttive

GRADO DI VULNERABILITA'						CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI
EE	E	A	M	B	BB	
						Acquifero libero in materiale fluvio-glaciale con corso fluviale e alluvionale con corso d'acqua sospeso rispetto alla piezometrica media della falda (alimentazione naturale). Soggezione di circa 25 m
						Acquifero libero in materiale fluvio-glaciale con copertura superficiale di spessore limitato (inferiore a 3 m) in corrispondenza dei depositi dell'Allograppo di Bismate. Soggezione di circa 30 m
						Acquifero libero in materiale fluvio-glaciale protetto superficialmente dall'altarente limoso-argillosa dei depositi dell'Alloformazione della Specchia. Soggezione di circa 35 m

EE: estremamente elevato E: elevato A: alto M: medio B: basso BB: molto basso

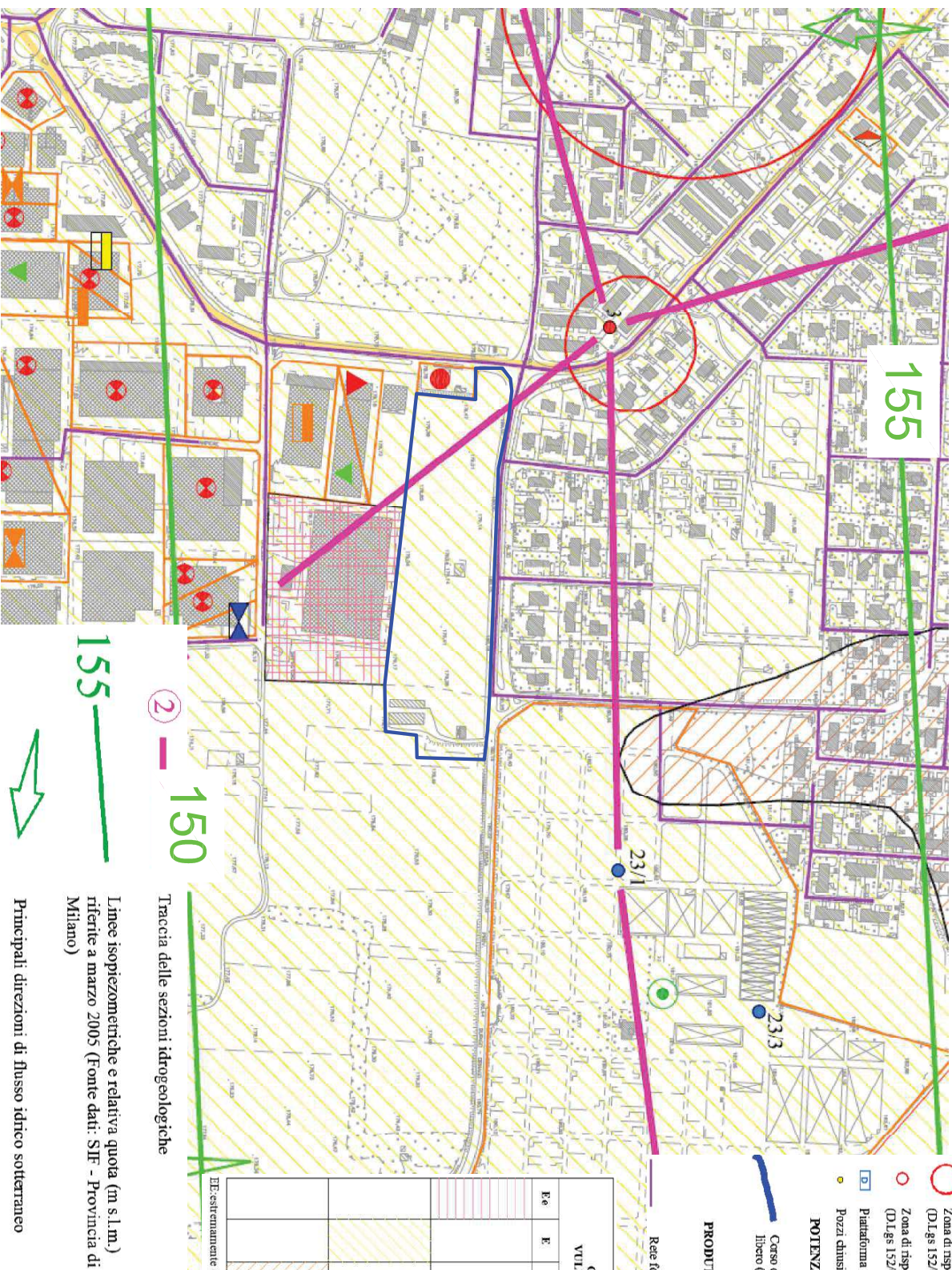
Traccia delle sezioni idrogeologiche

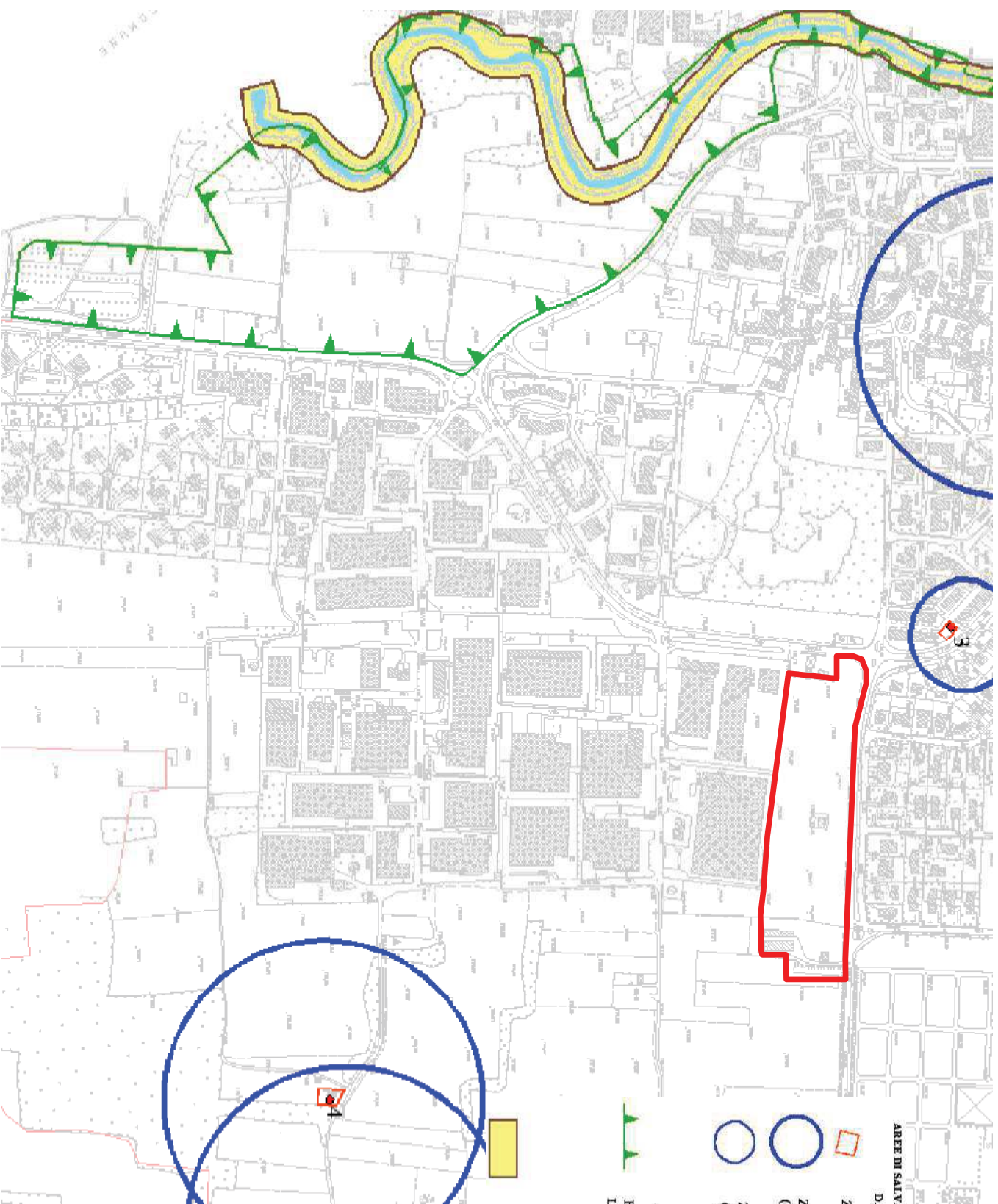
Linee isopiezometriche e relativa quota (m s.l.m.)
riferite a marzo 2005 (Fonte dati: SIF - Provincia di
Milano)

Principali direzioni di flusso idrico sotterraneo

NORD

FUSINA S.R.L. Via S. Felice 10 14100 ASTI (AT) Tel. 0141/520800-0141/52080111 E-mail: info@fusina.it	COMITANTE: PASIRIO S.R.L. - MILANO
CANTIERE: BULFONO DI MORGOLARA (MB) - VIA ALDO MORO	
TITOLO: TRAVASAMENTO DELLA CARTA	
PRODOTTORE: FEBBRAIO 2019	





 AREA DI INDAGINE

AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

D.lgs. 152/06 e D.G.R. 10 aprile 2003 n. 712693

 Zona di tutela assoluta

 Zona di rispetto
(criterio geometrico: raggio 200 m)

 Zona di rispetto
(criterio temporale)

VINCOLI PAESISTICO-AMBIENTALI

Parco Locale di Interesse Sovacomunale (PLIS) "MOLGORA"
L.R. 86/83 - L.R. 41/85 - D.G.R. 7/6296/01 - D.G.P. 941/2002

VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Fascia di rispetto di 10 m ai sensi del R.D. 523/1904
(limite di incedibilità)

NORD


FUSINA S.R.L.

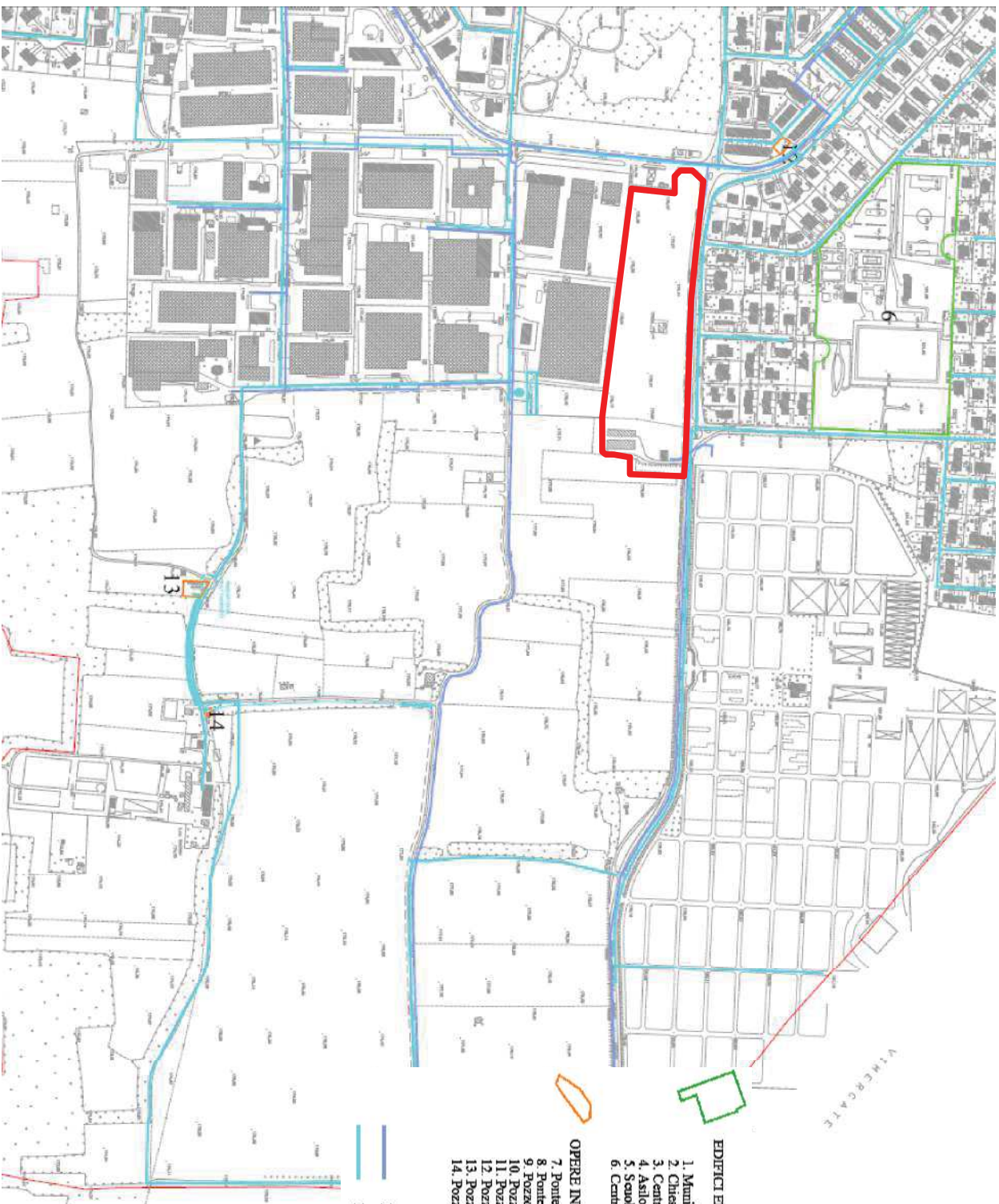
Via Boccioni 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807
E-mail info@fushna.it

COMMITTENTE:
PARKO S.R.L. — MILANO

CANTIERE:
BURAGO DI MOLGORA (MB) — VIA ALDO MORO

TITOLO:
TAV. 3 — STRALCIO DELLA CARTA DEI VINCOLI

DATA:
FEBBRAIO 2019



AREA DI INDAGINE

Nel PGT vigente non viene identificato nessuno scenario di PSL, ma viste le caratteristiche del sito si può ipotizzare uno scenario di PSL Z4a

EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE E/O RILEVANTI

1. Municipio
2. Chiesa parrocchiale SS. Vito e Modesto
3. Centro diurno anziani "V. ergani"
4. Asilo infantile "Casa Pia di Adda"
5. Scuola elementare "Alessandro Manzoni" e scuola media "Don Zeno Salini"
6. Centro sportivo comunale

OPERE INFRASTRUTTURALI

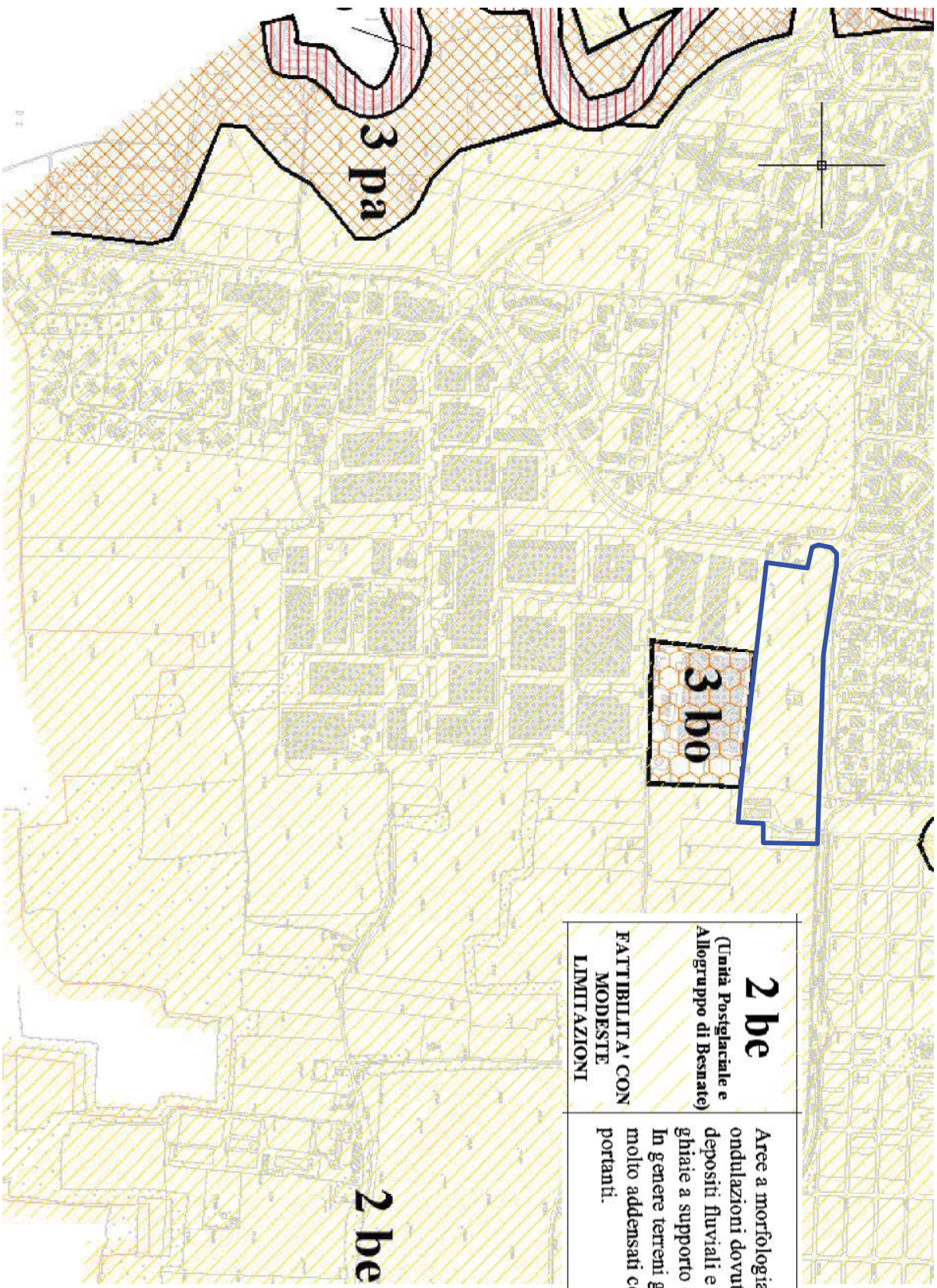
7. Ponte sul Torrente Molgora - Via S. Maria Molgora
8. Ponte sul Torrente Molgora - Via Caroli
9. Pozzo pubblico acquedotto - S.P. 215
10. Pozzo pubblico acquedotto - Via Martiri della Libertà II
11. Pozzo e serbatoio pubblico acquedotto - Via Don Manzoni
12. Pozzo pubblico acquedotto - Via Martiri della Libertà I
13. Pozzo pubblico acquedotto - Cna Magara II
14. Pozzo pubblico acquedotto - Cna Magara I

Rete distribuzione gas a media pressione

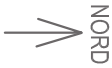
Rete acquedottistica

FUSINA S.R.L. Via Bocconi, 6 - 20900 Monza Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807 E-mail info@ufusnasrl.it	
COMMITTENTE: PARCO S.R.L. - MILANO	
CANTIERE: BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO	
TITOLO: TAV. 4 - STRALCIO DELLA CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	
DATA: FEBBRAIO 2019	

AREA DI INDAGINE



2 be (Unità Postglaciale e Allogruppo di Besenato)	Arce a morfologia subpianeggiante, con blande ondulazioni dovute a relitti di paleovalvei, con depositi fluviali e fluvio-glaciali costituiti da ghiaie a supporto di matrice sabbiosa o di clasti. In genere terreni granulari da mediamente a molto addensati con buone caratteristiche portanti.
FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI	



FUSINA S.R.L. Via Bocconi, 6 - 20900 Monza Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 3487213807 E-mail info@fusinasrl.it
COMMITTENTE: PARCO S.R.L. - MILANO
CANTIERE: BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO
TITOLO: TAV. 5 - STRALCIO DELLA CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA
DATA: FEBBRAIO 2019



PROVE PENETROMETRICHE

PROVA INFLTROMETRICA

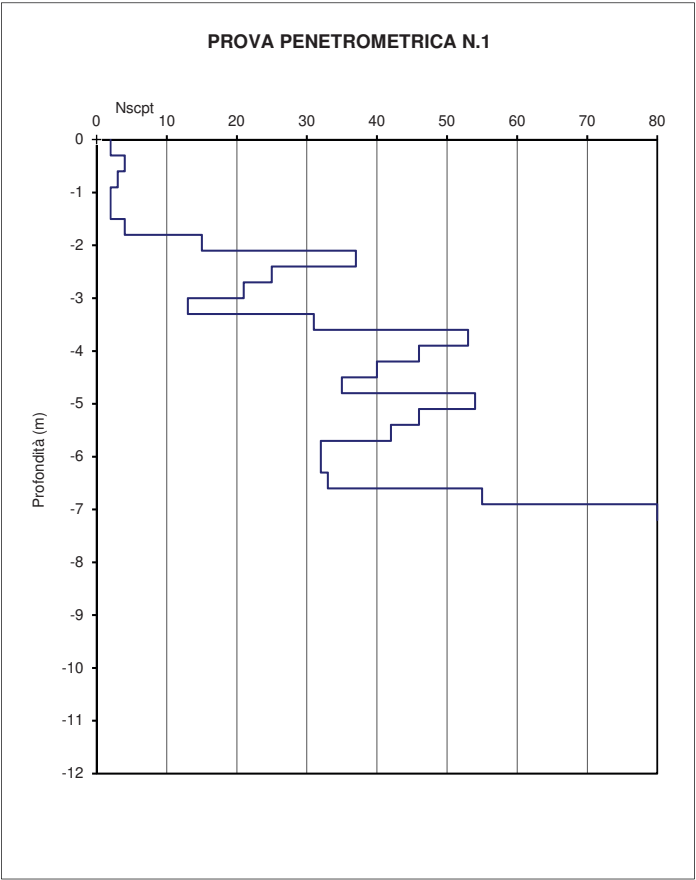
SCAVI ESPLORATIVI

STENDIMENTO SISMICO

FUSINA S.R.L. Via Bicconi, 6 - 20060 Monza Tel. 039/2020819 - Fax 039/2220311 - C.A.B. 348/713807 E-mail: info@fusina.it
COMMITTENTE: PARCO S.R.L. - MILANO
CANTIERE: BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO
TITOLO: TAV. 6 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI
DATA: FEBBRAIO 2019

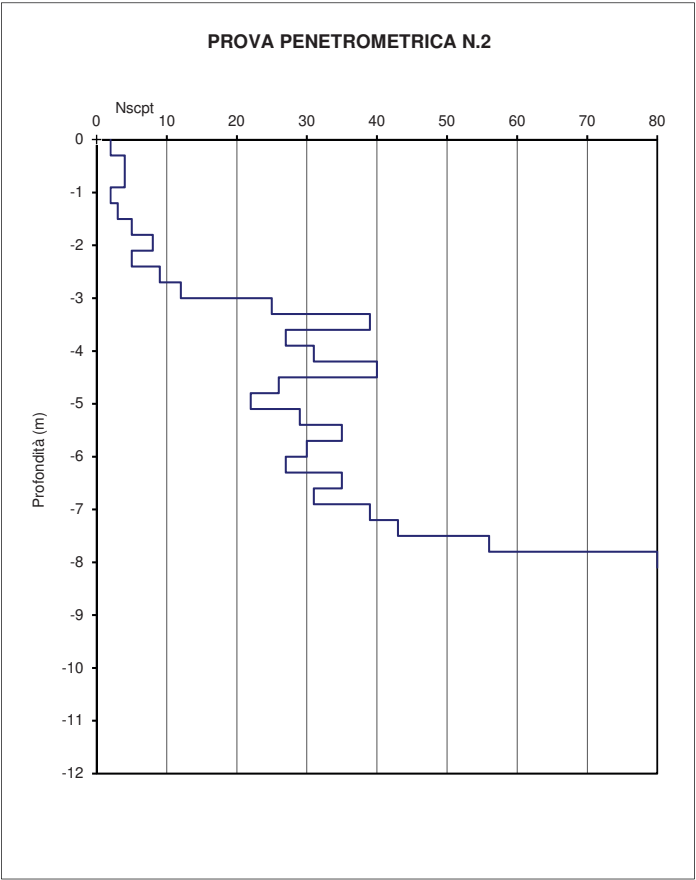
COMMITTENTE: PARKO SRL
 CANTIERE DI BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO
 PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 18/04/2013
 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	2			R	
	4				
	3				
	2				
-1,5	2		-9		
	4				
	15				
	37				
	25				
-3	21		-10,5		
	13				
	31				
	53				
	46				
-4,5	40		-12		
	35				
	54				
	46				
	42				
-6	32		-13,5		
	32				
	33				
	55				
	80				
-7,5	45		-15		



COMMITTENTE: PARKO SRL
 CANTIERE DI BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO
 PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 18/04/2013
 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

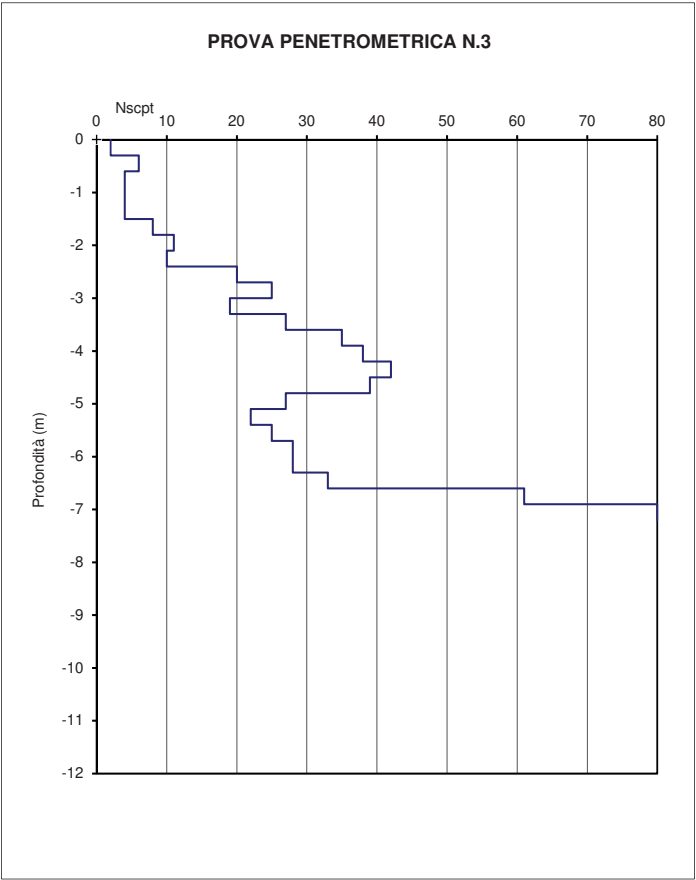
Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	2			56	
	4			R	
	4				
	2				
-1,5	3		-9		
	5				
	8				
	5				
	9				
-3	12		-10,5		
	25				
	39				
	27				
	31				
-4,5	40		-12		
	26				
	22				
	29				
	35				
-6	30		-13,5		
	27				
	35				
	31				
	39				
-7,5	43		-15		



COMMITTENTE: PARKO SRL
CANTIERE DI BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO
PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA
DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 18/04/2013

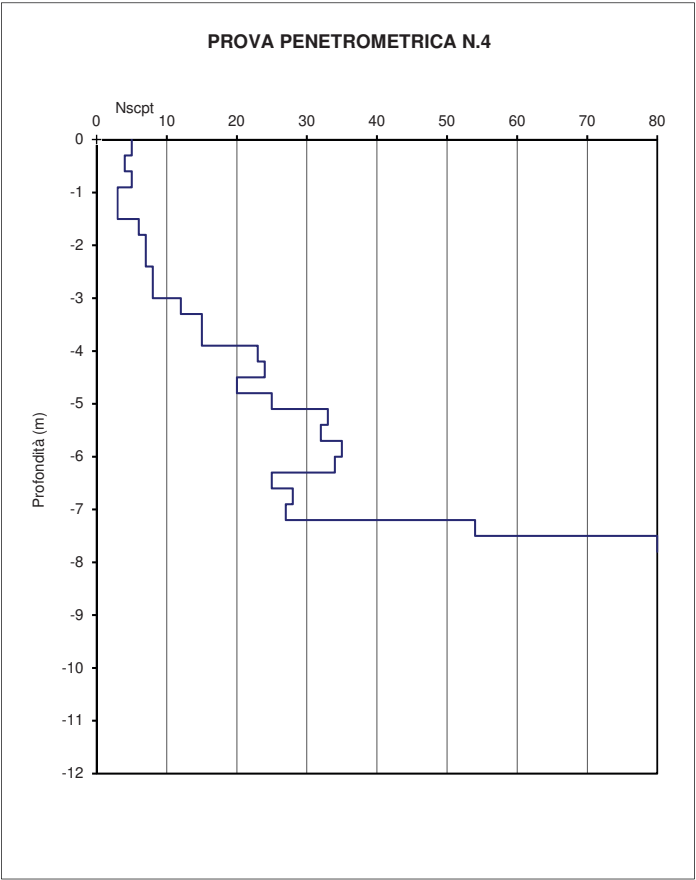
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	2				
	6				
	4				
	4				
-1,5	4		-9		
	8				
	11				
	10				
	20				
-3	25		-10,5		
	19				
	27				
	35				
	38				
-4,5	42		-12		
	39				
	27				
	22				
	25				
-6	28		-13,5		
	28				
	33				
	61				
	R				
-7,5			-15		



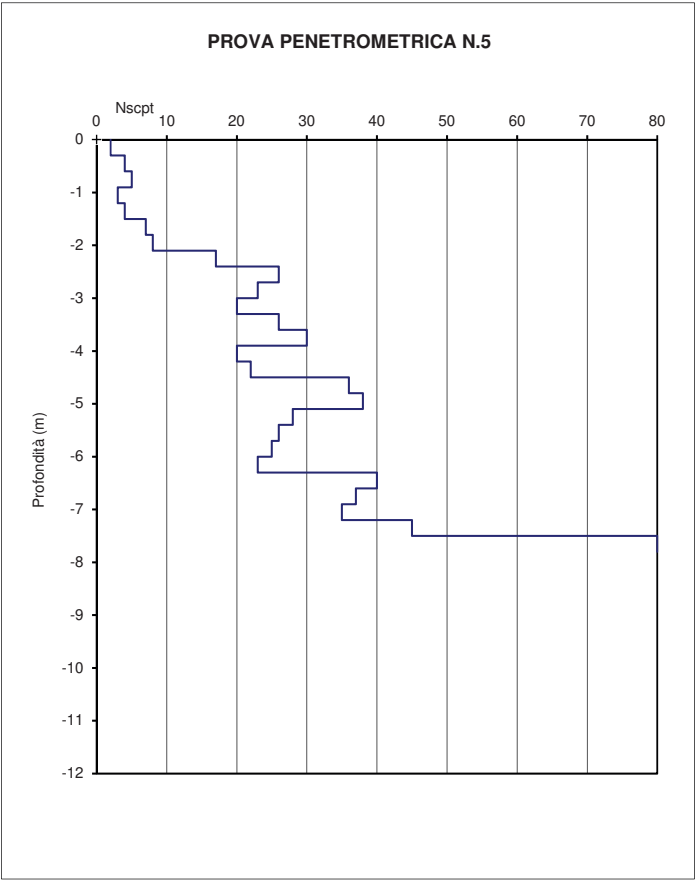
COMMITTENTE: PARKO SRL
 CANTIERE DI BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO
 PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 18/04/2013
 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	5			R	
	4				
	5				
	3				
-1,5	3		-9		
	6				
	7				
	7				
	8				
-3	8		-10,5		
	12				
	15				
	15				
	23				
-4,5	24		-12		
	20				
	25				
	33				
	32				
-6	35		-13,5		
	34				
	25				
	28				
	27				
-7,5	54		-15		



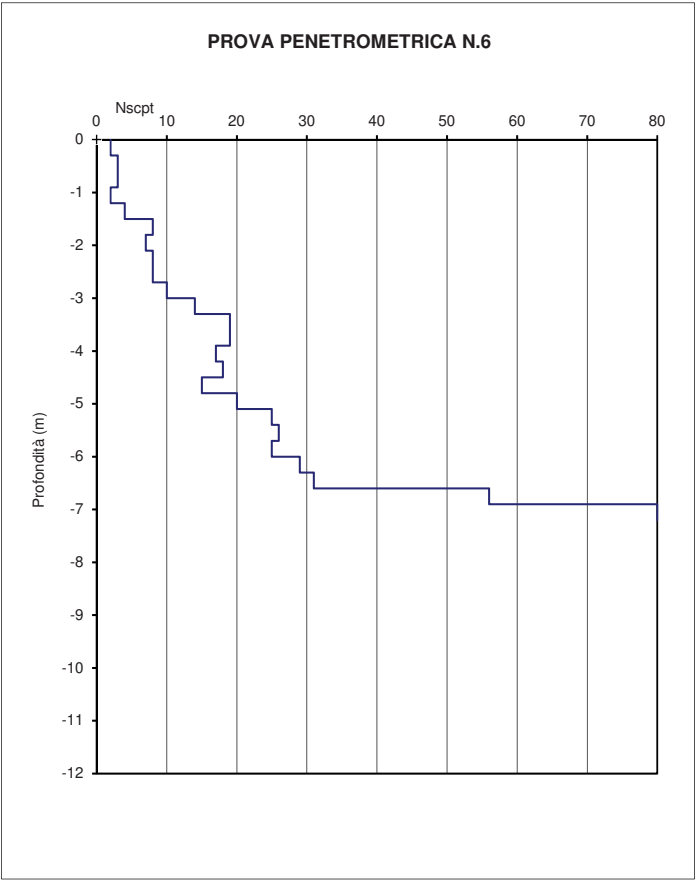
COMMITTENTE: PARKO SRL
 CANTIERE DI BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO
 PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 18/04/2013
 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	2			R	
	4				
	5				
	3				
-1,5	4		-9		
	7				
	8				
	17				
	26				
-3	23		-10,5		
	20				
	26				
	30				
	20				
-4,5	22		-12		
	36				
	38				
	28				
	26				
-6	25		-13,5		
	23				
	40				
	37				
	35				
-7,5	45		-15		



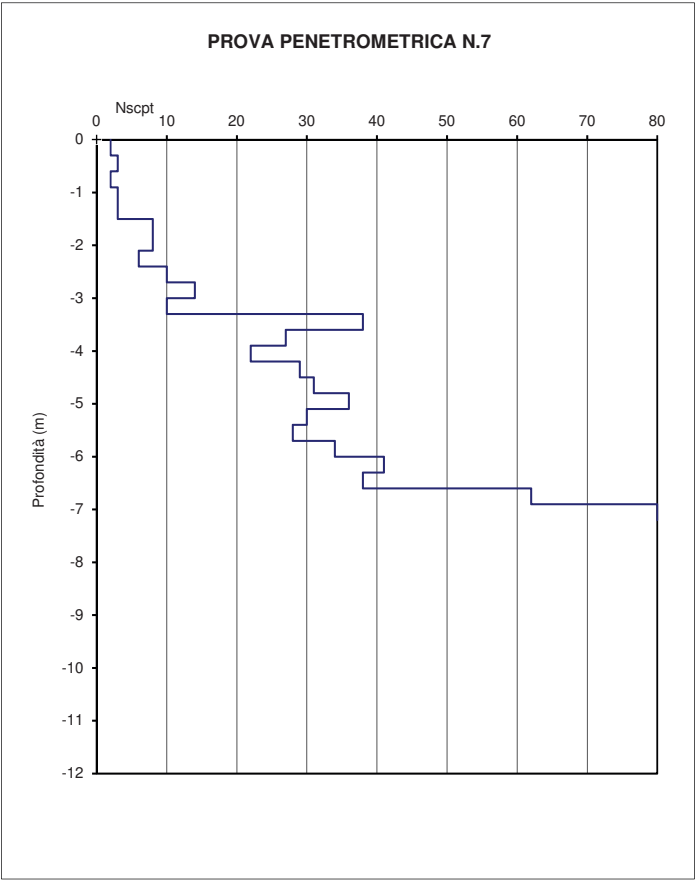
COMMITTENTE: PARKO SRL
 CANTIERE DI BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO
 PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 18/04/2013
 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	2				
	3				
	3				
	2				
-1,5	4		-9		
	8				
	7				
	8				
	8				
-3	10		-10,5		
	14				
	19				
	19				
	17				
-4,5	18		-12		
	15				
	20				
	25				
	26				
-6	25		-13,5		
	29				
	31				
	56				
	R				
-7,5			-15		



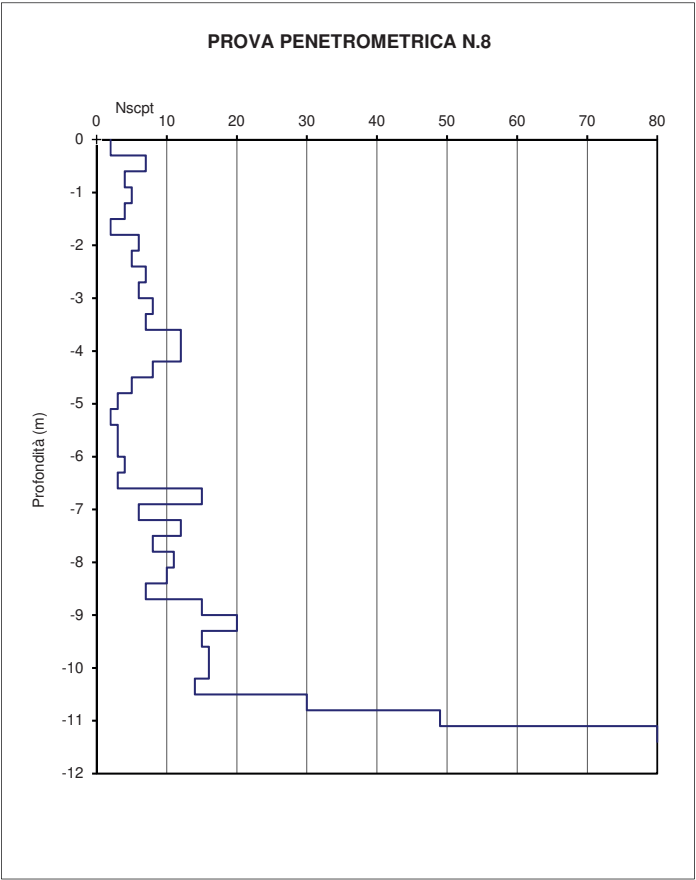
COMMITTENTE: PARKO SRL
 CANTIERE DI BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO
 PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 18/04/2013
 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

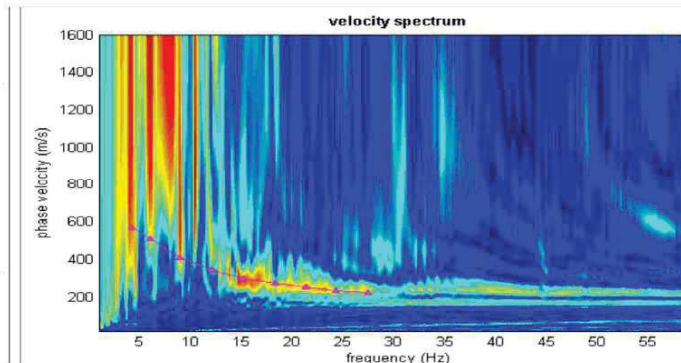
Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	2				
	3				
	2				
	3				
-1,5	3		-9		
	8				
	8				
	6				
	10				
-3	14		-10,5		
	10				
	38				
	27				
	22				
-4,5	29		-12		
	31				
	36				
	30				
	28				
-6	34		-13,5		
	41				
	38				
	62				
	R				
-7,5			-15		



COMMITTENTE: PARKO SRL
 CANTIERE DI BURAGO DI MOLGORA (MB) - VIA ALDO MORO
 PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 18/04/2013
 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	2			8	
	7			11	
	4			10	
	5			7	
-1,5	4		-9	15	
	2			20	
	6			15	
	5			16	
	7			16	
-3	6		-10,5	14	
	8			30	
	7			49	
	12			R	
	12				
-4,5	8		-12		
	5				
	3				
	2				
	3				
-6	3		-13,5		
	4				
	3				
	15				
	6				
-7,5	12		-15		

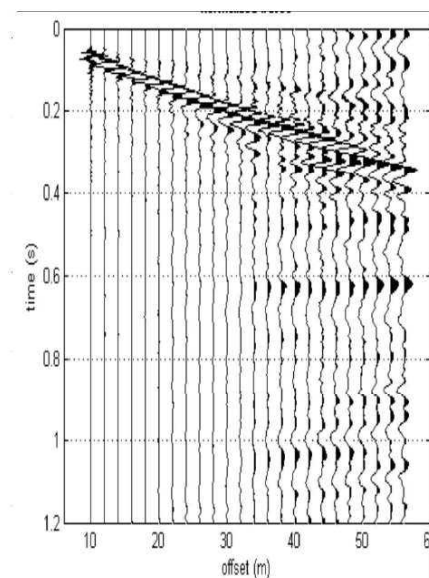




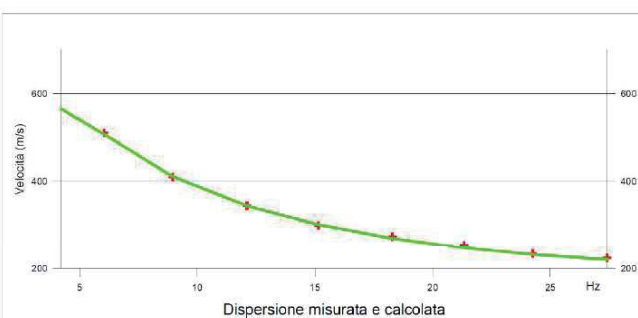
LEGENDA

- ✚ Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascal)
- VsX

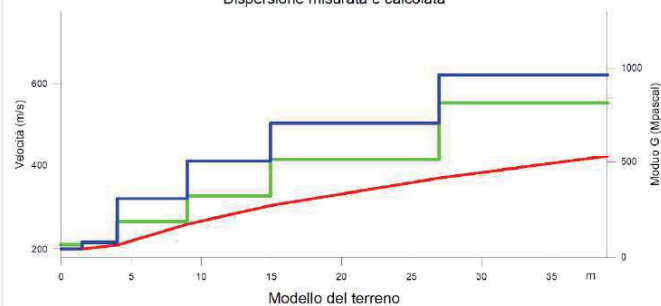
Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



Sismogramma



Dispersione misurata e calcolata



Modello del terreno

TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	1.5	200	.0075	200	68
1.5	4	215	.0116	209	79
4	9	320	.0156	259	186
9	15	410	.0145	303	321
16	27	606	.0238	360	611
27	39	620	.0194	422	815

VALORE CALCOLATO VS30 = 385 m/s

PROVA SISMICA VS30

BURAGO MOLGORA - AMBITO 1

PARKO S.R.L. - MILANO

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S

Aprile 2013

EEG S.p.A.
SISTEMI
ELABORAZIONE DATI

EFFETTI LITOLGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

NOTE:

Comportamento granulare

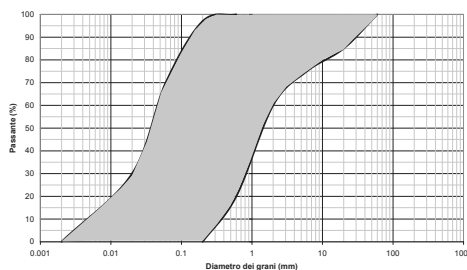
Struttura granulo-sostenuta

Clasti con $D_{max} > 20$ cm inferiori al 15%

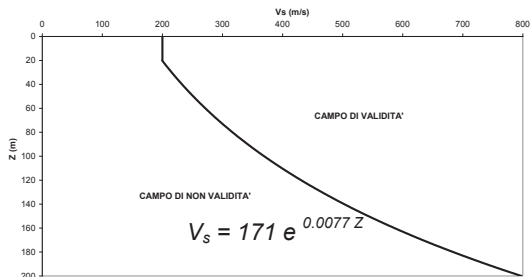
Frazione ghiaiosa inferiore al 25%

Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



ANDAMENTO DELLE V_s CON LA PROFONDITA'
LITOLOGIA SABBIOSA



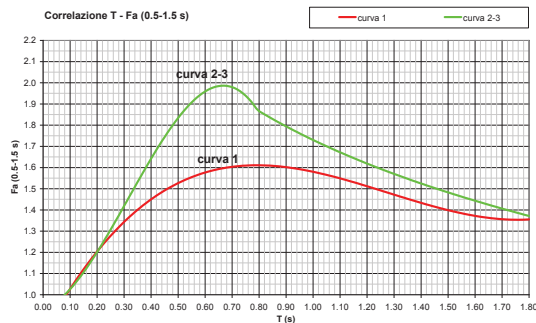
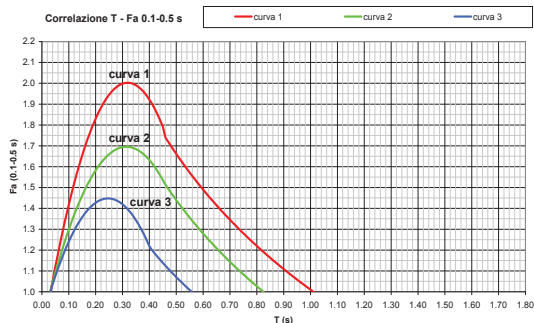
		Profondità primo strato (m)																	
		1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110
Velocità primo strato (m/s)	200	2	1-2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	250	2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	300	2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	350	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA
	400	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA
	450	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA
	500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA
	600	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA
	700	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA
	700	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA

ove
la sigla NA indica $Fa = 1$

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1

CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media V_s minore o uguale a 300 m/s poggianti su strato con velocità maggiore di 500 m/s

$V_s < 300$ m/s	0
$V_s > 500$ m/s	5 - 12 m



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $Fa_{0.1-0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $Fa_{0.1-0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $Fa_{0.1-0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$T > 0.80$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $Fa_{0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.00$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $Fa_{0.5-1.5} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$		
2	$0.08 \leq T < 0.80$ $Fa_{0.5-1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $Fa_{0.5-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$	