



# COMUNE DI GORLA MAGGIORE

Provincia di Varese  
UFFICIO TECNICO  
Settore Ecologia - Ambiente

## Progetto Esecutivo

SISTEMA NATURALE DI DEPURAZIONE E LAMINAZIONE DELLE ACQUE  
DI SFIORO DELLA RETE FOGNARIA COMUNALE

Relazione geologica e caratterizzazione geotecnica



<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO</b> .....	<b>6</b>
2.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO .....	6
2.1.1. Indagine geologica .....	6
2.1.2. Indagine geomorfologica.....	8
2.1.3. Indagine geopedologica .....	8
2.1.4. Caratteri idrogeologici.....	10
2.1.5. Caratteristiche idrografiche.....	13
<b>3 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA</b> .....	<b>17</b>
3.1. Descrizione delle opere e degli interventi .....	17
3.2. problemi geotecnici e scelte tipologiche; .....	18
3.3. Indagini e prove geotecniche in sito .....	18
3.4. Prove geotecniche di laboratorio .....	20
3.5. Caratterizzazione e modellazione geotecnica .....	21
3.6. Indagine geotecnica .....	21
A- Progetto per il rifacimento della via per Fagnano - Relazione geologica e geotecnica. ....	22
B - Indagine per il Progetto di sistemazione della scarpata fluviale in località Valle Olona – Relazione geologica, idrografica e geotecnica – sondaggio di via Bissolati.....	23
C - Indagine per il Progetto di sistemazione della scarpata fluviale in località Valle Olona – Relazione geologica, idrografica e geotecnica – sondaggio di via Madonnina.....	24
D - Indagine per il Progetto definitivo di realizzazione del nuovo tracciato autostradale denominato Pedemontana – Relazione geologica, idrografica e geotecnica –.....	25
E - Indagine per il Progetto esecutivo di realizzazione di un sistema naturale di depurazione e laminazione delle acque di sfioro della rete fognaria comunale – Relazione geologica e caratterizzazione geotecnica – .....	29
Sezione stratigrafica n. 1 - Valle Olona – canale Fuster; .....	33
Sezione stratigrafica n. 2 - Scarpata fluviale – area a dissesto geomorfologico in atto ("B") – antecedentemente alle opere di sistemazione. ....	34
3.7. Considerazioni riassuntive .....	34
ZONA A GHIAIA E SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA PREVALENTE .....	34
ZONA A SABBIA MEDIA E FINE DEBOLMENTE GHIAIOSA PREVALENTE .....	35
ZONA A GHIAIA E SABBIA DA SCIOLTA A LOCALMENTE CEMENTATA PREVALENTE.....	35
<b>4 VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI</b> .....	<b>37</b>
4.1 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU).....	37
4.2 Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE) .....	38
4.3. Carico limite di fondazioni su terreni.....	38
Metodo di Terzaghi (1955) .....	39
Formula di Meyerhof (1963) .....	40
Formula di Hansen (1970).....	40
Formula di Vesic (1975) .....	40
Formula Brich-Hansen (EC 7 – EC 8).....	41
<b>5. Cedimenti di fondazioni superficiali</b> .....	<b>42</b>
5.1. Cedimenti elastici.....	42
5.2. Cedimenti elastici di Burland e Burbidge .....	43
<b>6. INDICAZIONI PER IL PROGETTO SISMICO DEGLI EDIFICI</b> .....	<b>45</b>
<b>7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PRESCRIZIONI TECNICHE</b> .....	<b>48</b>

# 1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Gorla Maggiore, il sottoscritto Dott. Geol. Cinotti Marco, Responsabile Area Tecnica del Comune di Gorla Maggiore, ha eseguito i necessari accertamenti al fine di caratterizzare, da un punto di vista geologico, idrogeologico e geotecnico, il terreno di fondazione su cui poggeranno le strutture di servizio all'impianto in progetto.

Secondo quanto stabilito dal D.M. 14/01/08 ed in particolare dal capitolo 6 del Testo Unico delle Costruzioni, con la presente relazione sarà illustrata la modellazione geologica del sito così come risultante dalle specifiche indagini eseguite in funzione dell'importanza dell'opera. In questo modo sarà possibile accertare le caratteristiche stratigrafiche, geotecniche, idrauliche ed idrogeologiche dei terreni di fondazione.

Gli obiettivi di questo studio sono la verifica delle condizioni di sicurezza globale e locale del sistema costruzione-terreno, inclusa la determinazione delle sollecitazioni delle strutture a contatto con il terreno e la valutazione delle prestazioni del sistema nelle condizioni d'esercizio.





I caratteri geologici del sito, costituiscono il riferimento per l'impostazione del progetto e le scelte tipologiche, riguardanti in particolare il sistema di fondazione, e la caratterizzazione meccanica dei terreni compresi nel volume significativo, definiscono la prima fase delle attività progettuali.

Nel presente documento saranno definiti i criteri che hanno portato alla definizione del piano delle indagini e delle prove geotecniche, l'interpretazione dei risultati e l'individuazione del più appropriato modello geotecnico di sottosuolo in funzione della tipologia di opera, delle tecnologie previste e delle modalità costruttive.



L'insieme di queste attività, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere, costituiscono l'oggetto della progettazione geotecnica.

L'area in esame è posta in Gorla Maggiore, lungo il fondovalle del Torrente Olona, lungo una fascia pianeggiante ricompresa tra Gorla Maggiore e Solbiate Olona.

Il lavoro si è sviluppato in uno studio di massima dell'area, condotto sia mediante consultazione dei lavori reperibili in bibliografia, sia con l'effettuazione di ricognizioni in loco, al fine di definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrauliche ed idrogeologiche.



Per la determinazione delle caratteristiche geotecniche del terreno interessato dal citato progetto, sono stati eseguiti due sondaggi geognostici utilizzando una Sonda Comacchio GEO - 205.

Sulla base dei risultati delle indagini, delle osservazioni di campagna e delle elaborazioni effettuate, si è pervenuti alla caratterizzazione geotecnica dei materiali costituenti il sottosuolo e ad una valutazione indicativa della capacità portante del terreno di fondazione dell'opera in progetto in funzione della tipologia di fondazione prescelta.

Tale ipotesi, dovrà in ogni modo essere riconsiderata alla luce delle scelte effettuate dal competente progettista sia strutturale, sia architettonico delle opere in esame.

## **2 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO**

### ***2.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO***

Lo studio geologico ha riguardato una zona significativamente estesa, in relazione sia al tipo di opera e al contesto geologico in cui questa si colloca, sia alla complessità geologica del sito, alle finalità progettuali e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale in cui si opera.

Lo studio geologico definisce, i lineamenti geomorfologici della zona, la successione litostratigrafica locale, illustrando altresì i caratteri geostrutturali generali oltre allo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Nella descrizione dei caratteri geologici del sito sono definite le caratteristiche intrinseche delle singole unità litologiche con particolare riguardo ad eventuali disomogeneità, discontinuità, stati di alterazione e fattori che possano indurre anisotropia delle proprietà fisiche dei materiali.

Al fine di completare la descrizione contenuta nella relazione Geologica, questa è corredata da elaborati grafici in scala adeguata al dettaglio degli studi eseguiti e dalla documentazione delle indagini appositamente effettuate e di quelle derivate dalla letteratura tecnico-scientifica o da precedenti lavori.

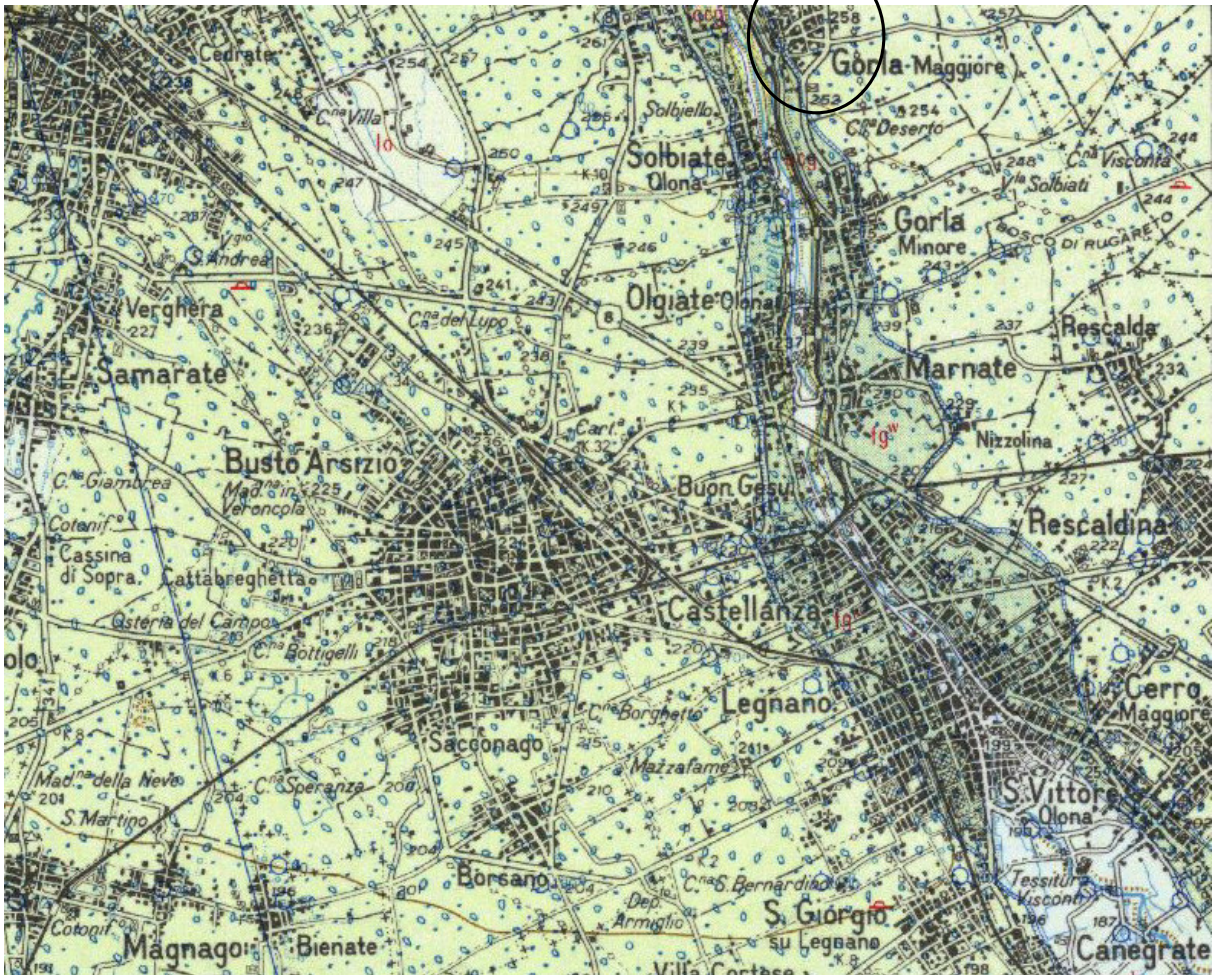
#### ***2.1.1. Indagine geologica***

L'area, descritta nel foglio 31 della Carta geologica d'Italia (Varese), è costituita dai cordoni morenici che delimitano ad ovest la vallata percorsa dal Torrente Arno.

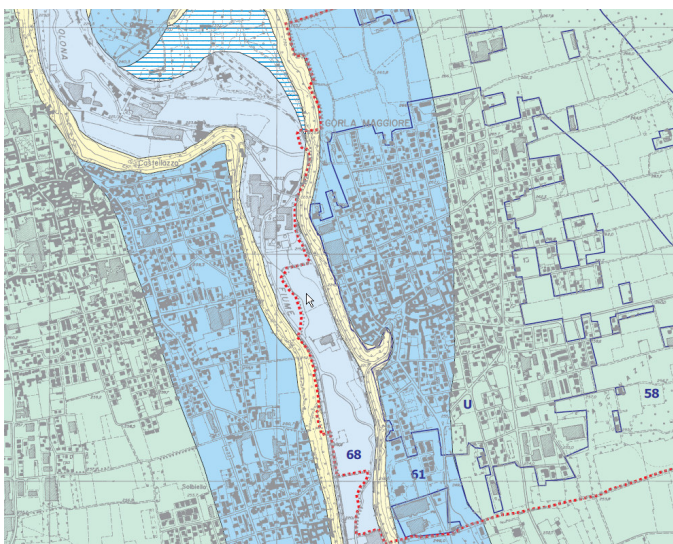
Tali depositi, di epoca Wurmiana e post wurmiana, contengono talora anche depositi fluvioglaciali, specialmente minute sabbie micacee.

L'area di studio si inserisce nella media pianura terrazzata lombarda, tra la pianura alluvionale principale e i primi rilievi prealpini. In tale settore, i lembi residui delle antiche superfici deposizionali di origine fluvioglaciale si compenetrano a monte con le colline moreniche dei vasti apparati pleistocenici delle colate glaciali principali (Verbano, Ceresio e Lario).

La struttura geologica della regione appare generalmente caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari di origine continentale sostanzialmente riconducibili all'attività glaciale, fluvioglaciale e fluviale.



Al di sotto dei depositi fluvioglaciali più antichi si riscontra il substrato roccioso oligocenico di ambiente sedimentario marino.



L'area oggetto del presente progetto è ricompresa nella media pianura terrazzata lombarda, tra la pianura alluvionale principale e i primi rilievi prealpini. In questa zona porzione delle antiche superfici deposizionali di origine fluvioglaciale si inseriscono all'interno delle colline moreniche costituite dai vasti apparati pleistocenici delle colate glaciali principali (Verbano, Ceresio e Lario). La struttura geologica risulta pertanto









caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari di origine continentale generati dall'attività glaciale, fluvioglaciale e fluviale.




Al di sotto dei depositi fluvioglaciali più antichi si riscontra il substrato roccioso oligocenico di ambiente sedimentario marino.

In particolare, come è possibile vedere dalla figura a lato, le unità affioranti nell'area oggetto d'intervento sono le *Alluvioni attuali e recenti* costituite da ghiaia sabbiosa debolmente limosa (Olocene). Sono riconducibili a materiali incoerenti e si localizzano sia nei fondovalle che lungo i paleovalvei.

## LEGENDA

	CONFINE COMUNALE
	<b>Alluvioni attuali e recenti (Olocene)</b> Ghiaia sabbiosa debolmente limosa
	<b>Alluvioni terrazzate (Olocene)</b> Sabbia fine e media ghiaiosa e limosa
	<b>Alluvioni antiche (Olocene)</b> Ghiaia e sabbia con ciottoli debolmente limosa e argillosa
	<b>Depositi fluvioglaciali Wurm (Pleistocene Sup.)</b> Sabbia fine e media ghiaiosa e limosa
	<b>Formazione del "CEPPO" (Pleistocene Inf. - Pliocene Sup.)</b> Conglomerato poligenico, sabbia e ghiaia

## ELEMENTI GEOPEDOLOGICI

	Unità geopedologica e relativa numerazione
	Area urbana
	Impianto di scarico controllato RSU e loro frazioni

### 2.1.2. Indagine geomorfologica

La porzione del territorio comunale di Gorla Maggiore interessato dall'opera è costituita da una porzione pianeggiante, colmata da depositi alluvionali tipici del settore vallivo in cui scorre il fiume Olona, ad Ovest del territorio comunale di Gorla Maggiore.

Il fiume Olona corre in un profondo solco scavato prima dell'ultima grande espansione glaciale circondato da una fascia di terreno pianeggiante che rappresenta il naturale ambito di

divagazione in cui l'alveo fluviale si sposta e modifica nel corso della sua evoluzione.

Gran parte di questo settore è facilmente esposto a inondazioni legate alle piene del fiume e localmente può anche essere soggetto ad impaludamenti.

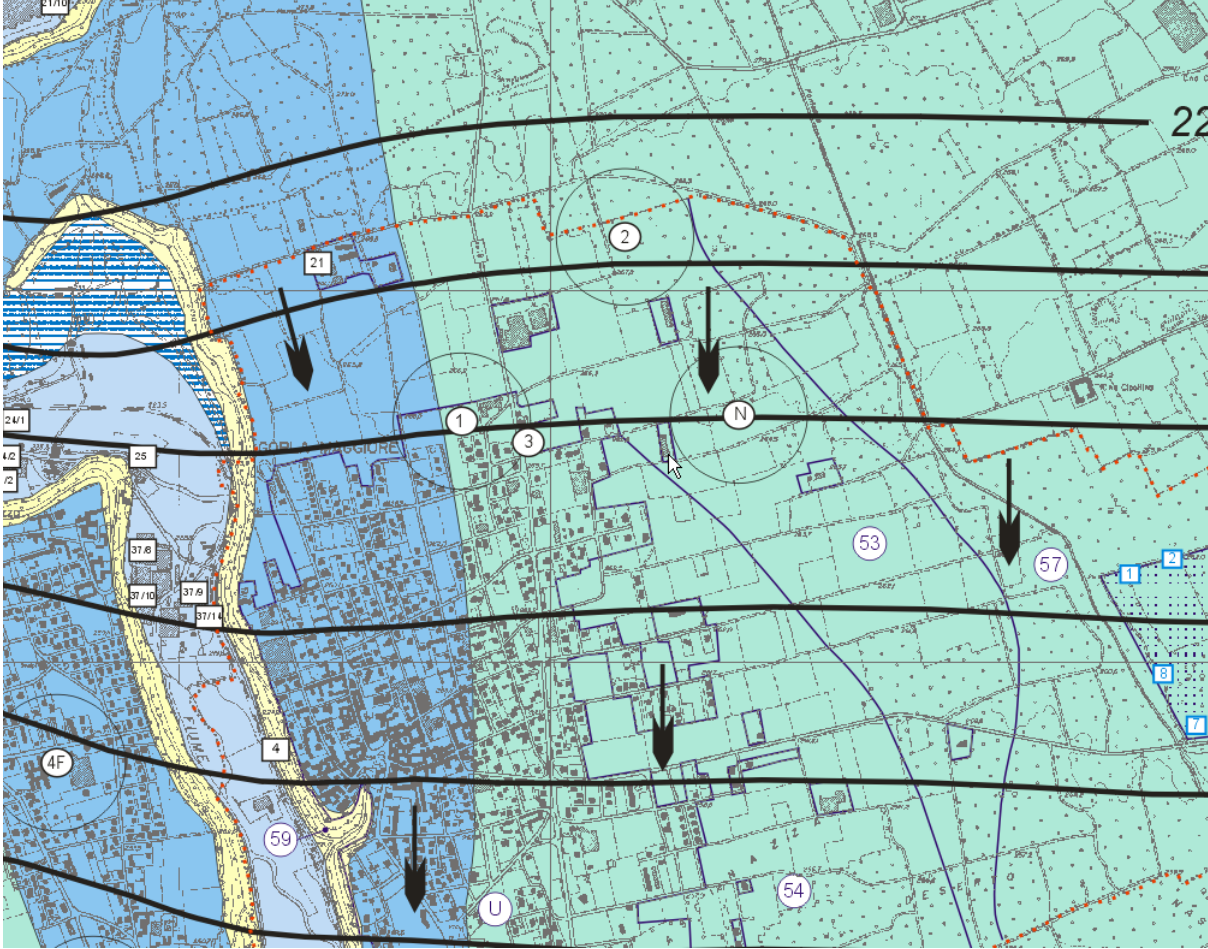
### 2.1.3. Indagine geopedologica

L'intero territorio comunale ricade entro i limiti del rilevamento pedologico eseguito nell'ambito del progetto regionale coordinato da E.R.S.A.F. (Ente regionale per i Servizi all'Agricoltura ed alle Foreste) "Suoli della Pianura e Collina Varesina".

I suoli dell'area, si inquadrano nell'UNITA' CARTOGRAFICA 68.

Questa è formata da suoli da sottili a moderatamente profondi limitati da un substrato ciottoloso, scheletro frequente negli orizzonti superficiali, da abbondante a molto abbondante negli orizzonti

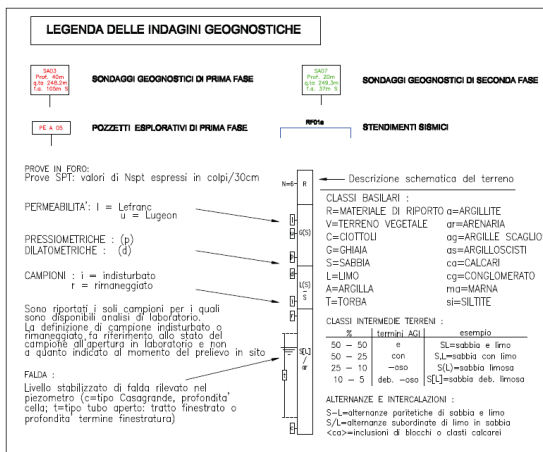
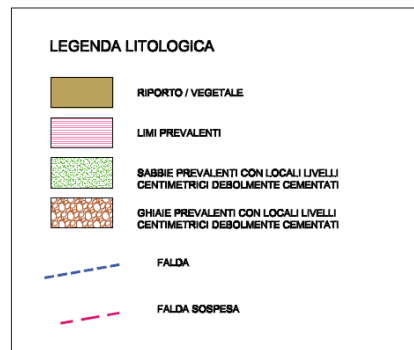
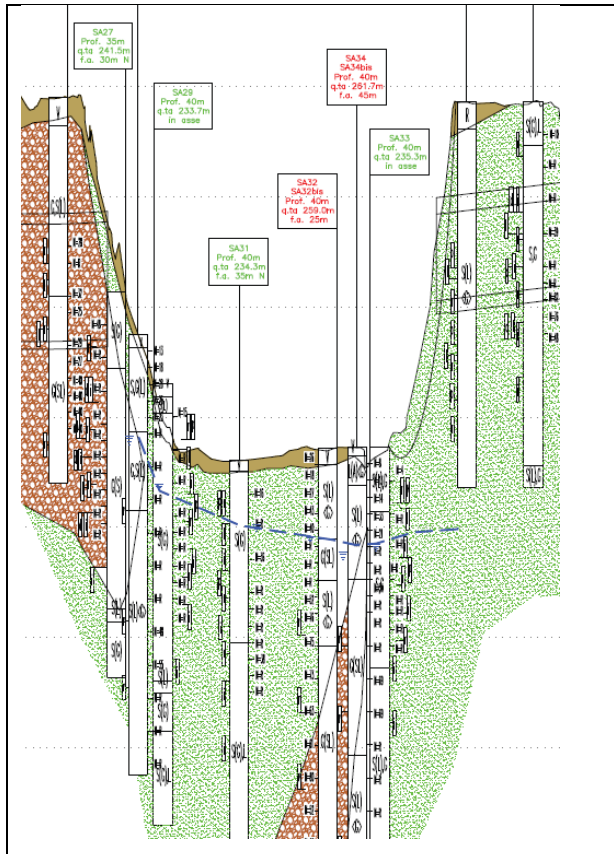
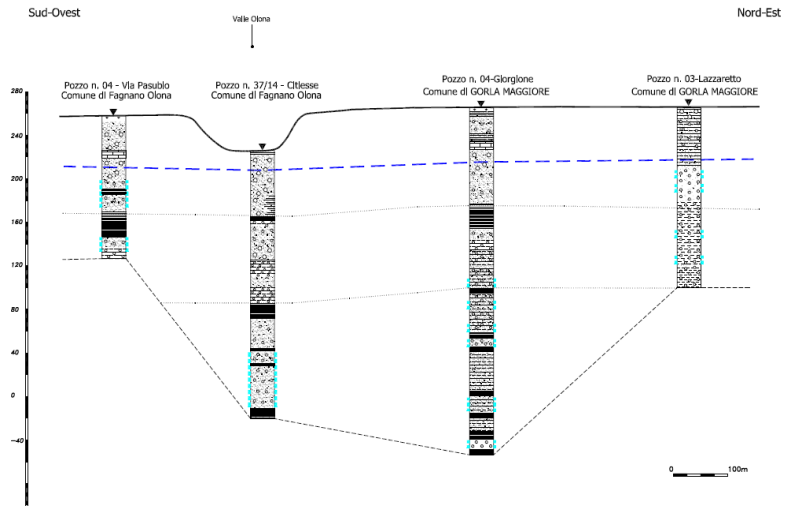
profondi, tessitura da media a moderatamente grossolana, reazione subacida, non calcarei, drenaggio moderatamente rapido.



### 2.1.4. Caratteri idrogeologici

La ricostruzione litostratigrafica ed idrogeologica del comprensorio in esame, resa possibile dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi più significativi, viene graficamente

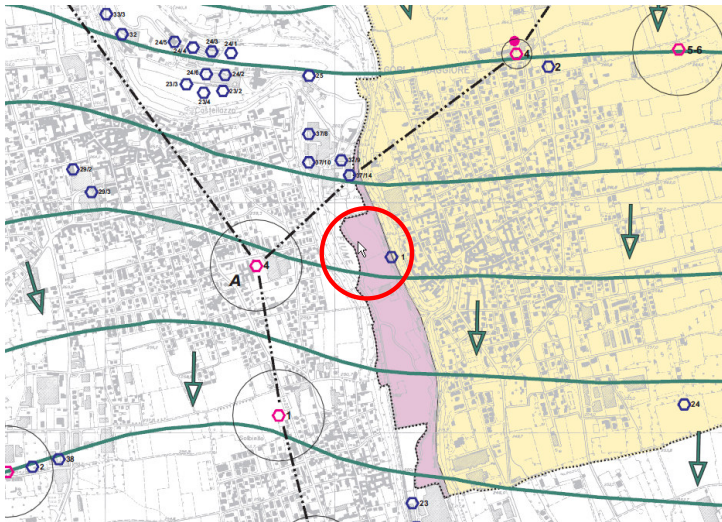
rappresentata nella SEZIONE LITOSTRATIGRAFICO - IDROGEOLOGICHE A-A' che individua l'area oggetto d'intervento, nella zona alluvionale del fiume. Questa è caratterizzata dalla presenza di più formazioni acquifere con circolazione idrica sia nei depositi superficiali di origine alluvionale, sia nelle formazioni sottostanti. I depositi alluvionali si estendono con continuità per tutta la lunghezza della valle con spessori variabili da qualche metro a poche decine di metri.



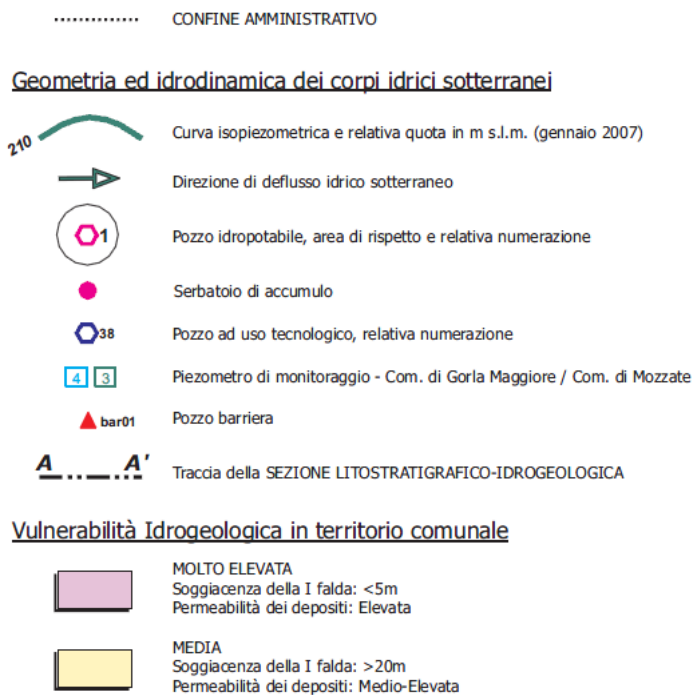


Tali depositi ospitano l'acquifero superficiale caratterizzato da una permeabilità complessiva mediocri, con valori generalmente attorno a  $10^{-4}$  cm/sec..

Al di sotto dei materiali di origine alluvionale si incontrano ghiaie e sabbie con strati di conglomerato, talora intercalati ad intervalli metrici di argilla sabbioso-limosa. Tali depositi presentano spessori complessivi variabili tra 40.0-50.0 m.



## LEGENDA



Complessivamente i depositi in esame presentano una discreta permeabilità e la circolazione idrica sotterranea avviene in corrispondenza degli intervalli ghiaiosi e sabbiosi maggiormente permeabili.

Tali orizzonti presentano una buona continuità laterale ed uno spessore variabile nell'ordine di qualche metro.

Si ha pertanto una circolazione idrica suddivisa in più livelli, localmente separati da intervalli prevalentemente argillosi scarsamente permeabili: il corpo acquifero così caratterizzato viene definito acquifero multistrato (secondo acquifero).

Al di sotto di questi materiali si incontrano alternanze di sabbie e ghiaie che fanno transizione verso il basso a materiali più fini, prevalentemente argillosi e sabbiosi. I livelli a granulometria più fine risultano praticamente impermeabili, mentre gli orizzonti granulari ospitano una importante circolazione

idrica (terzo acquifero): la permeabilità della formazione è dell'ordine di 10-3 cm/sec. Lo spessore

del deposito varia tra 70.0-80.0 m; alla sua base si evidenzia un intervallo argilloso di potenza decimetrica.

Anche la ricostruzione litologica finalizzata alla realizzazione del tracciato autostradale della Pedemontana, conferma questa ipotesi.

Dalle diverse combinazioni tra le condizioni di drenaggio del suolo e la permeabilità del substrato, la zona in oggetto può essere caratterizzata da condizioni di permeabilità primaria del substrato elevate, con una classe di drenaggio del suolo MODERATAMENTE RAPIDO.

Sulla base dei risultati bibliografici, è stata ricostruita la superficie piezometrica rappresentata a lato che evidenzia, nell'area in esame, una soggiacenza media tra 6.50 e 10.30m con una direzione media di deflusso sotterraneo delle acque appare orientata secondo la direttrice NNE-SSO, probabilmente a causa di una debole azione drenante dell'Olonà;

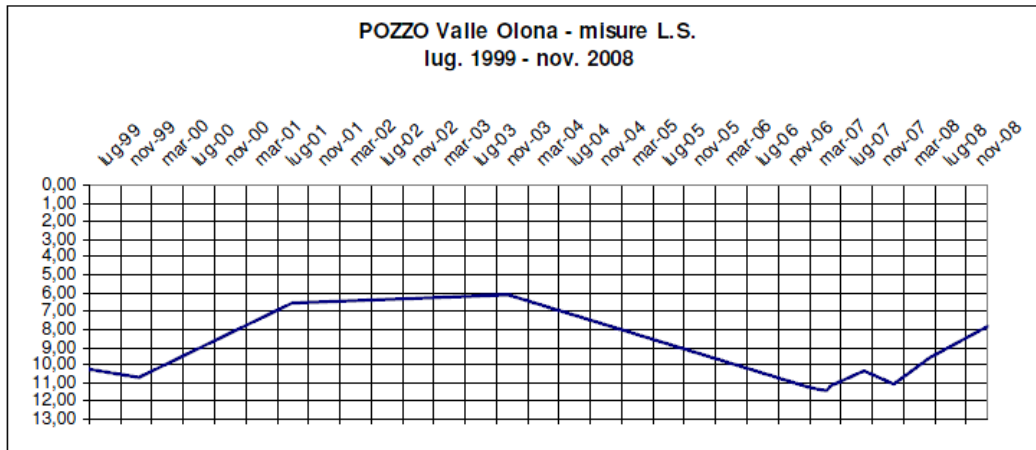
Il gradiente della superficie piezometrica, pressochè costante in tutto il territorio, presenta valori che si attestano intorno allo 0,4-0,5%, propri di un ambito di media pianura, marginalmente condizionato dalla presenza dell'importante asse drenante costituito dal fiume Olona.

POZZO N. 1 - VALLE OLONA

<i>Stato di Fatto</i>	
<i>Uso:</i>	<i>Emungimento acqua ad uso industriale (non potabile)</i>
<i>Ubicazione:</i>	<i>Via Per Fagnano (mapp. 1066) - Gorla Maggiore</i>
<i>Anno di costruzione:</i>	<i>1929</i>
<i>Interventi straordinari:</i>	<i>1997 - ricambiamento e rifacimento impianto elettrico</i>
<i>Diametro colonna:</i>	<i>219 mm.</i>
<i>Profondità:</i>	<i>- 25,80 ml.</i>
<i>Filtri:</i>	<i>(diam. 219 mm) da - 9,25 a - 21,25 ml. in acciaio verniciato</i>
<i>Elettropompa:</i>	<i>ATURIA AP 6 H10+ N 620 (potenza kw 15 HP 20)</i>
<i>Emungimento:</i>	<i>mc. 114.911 (anno 2000) mc. 105.617 (anno 2001)</i>
<i>Analisi acque:</i>	<i>Scadenza annuale. rilevazione del 14/11/2001 - nitrati = 58,5 mg/l NO3</i>
<i>Funzionamento:</i>	<i>Avviamento comandato da orologio settimanale e da pressostato che interviene in caso di superamento della pressione pari a 8 Ate (con riduzione dei prelievi in Rete). La ripartenza avviene ogni 20 minuti.</i>

In base ai dati raccolti dall'Ufficio acquedotto del Comune, che esegue periodiche misurazioni al fine di rilevare le condizioni di soggiacenza delle falde captate, sia in condizioni statiche che dinamiche, si osserva come le oscillazioni del livello statico coincidano abbastanza fedelmente con l'andamento del regime pluviometrico e, conseguentemente, con i periodi di relativa siccità. I massimi valori di soggiacenza del periodo considerato si sono registrati tra il maggio '06 ed il

settembre '07, mentre da gennaio '08 si è verificato un progressivo innalzamento, apparentemente tuttora in atto.



### **2.1.5. Caratteristiche idrografiche**

L'idrografia generale dell'area è quella tipica della media pianura terrazzata lombarda, inserita tra la pianura alluvionale principale e i primi rilievi prealpini.

In questo settore, i corsi d'acqua hanno inciso i depositi quaternari, morenici e fluvioglaciali, originando valli moderatamente incise.

I caratteri generali della rete idrografica sono controllati solo marginalmente dalla situazione ed evoluzione geologico-strutturale degli adiacenti rilievi prealpini e, in maggior misura, dall'assetto morfologico dei depositi quaternari glaciali e post-glaciali.

Il fiume Olona nasce a Nord di Varese, in zone contraddistinte da formazioni vulcaniche e carbonatiche, miste a depositi morenici. Dopo aver raccolto torrenti prealpini, scorre per un lungo tratto al fondo di un profondo solco di erosione.

Il bacino del fiume Olona nel territorio comunale di Gorla Maggiore si colloca nell'ambito dei depositi alluvionali attuali e recenti, dei depositi alluvionali terrazzati e, parzialmente, in corrispondenza dei materiali di origine fluvioglaciale di età wurmiana.

La vallata del fiume, caratterizzata da depositi alluvionali recenti prevalentemente costituiti da ghiaia sabbiosa debolmente limosa, è interposta a due settori laterali morfologicamente più rilevati contraddistinti, lungo entrambe le sponde, da depositi di origine continentale, prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi, talora conglomeratici e con locali intercalazioni di argille marnose fittamente stratificate.

La larghezza media della valle è pari a circa 200m nel settore Nord e meridionale, mentre nel settore centrale si riduce attorno a 160-170m.



L'asta principale è orientata NNO-SSE con uno sviluppo del tracciato è meandriforme; in epoche storiche, il settore centrale della valle ha visto la realizzazione di una derivazione artificiale ad andamento pressoché rettilineo; il canale Fuster, già riportato nelle mappe del Cessato Catasto Lombardo-Veneto, venne realizzato per impiegare la forza motrice del fiume per il funzionamento dei macchinari.

Allo stato attuale, soprattutto in condizioni di magra del fiume, il canale Fuster riceve maggiori portate rispetto all'Olona stesso; tali apporti vengono nuovamente immessi nel Fiume a valle di Gorla Maggiore, in territorio di Solbiate.

Periodicamente, a seguito di eventi meteorologici intensi, l'area del fondovalle viene interessata dalle acque di esondazione del fiume; tale settore, nell'ambito dei confini comunali di Gorla Maggiore, risulta scarsamente antropizzato.

La valle è delimitata dalle scarpate fluviali, alla sommità delle quali si sviluppano rispettivamente, in sponda sinistra l'abitato di Gorla Maggiore, in sponda destra Fagnano Olona.

La porzione settentrionale e meridionale della scarpata fluviale in territorio comunale è un ambito in condizioni di potenziale dissesto geomorfologico a causa dell'azione di ruscellamento delle acque superficiali essenzialmente in corrispondenza di pregresse attività estrattive incontrollate. In tali settori di versate, le elevate pendenze dei fronti di escavazione relitti e l'asportazione della copertura boschiva hanno favorito lo sviluppo di fenomeni erosivi concentrati, con conseguente mobilitazione di blocchi di distacco dal ciglio superiore.

In tempi recenti, il Comune di Gorla Maggiore ha attivato una massiccia operazione di recupero e risanamento del territorio, nonché una particolare tutela delle porzioni di territorio e di vallata non ancora antropizzate. In particolare sono stati avviati, in collaborazione con i Comuni limitrofi, importanti indirizzi per la valorizzazione paesaggistica e naturalistica del principale corso d'acqua e delle proprie aree di pertinenza.

In diverse altre aree del bacino, durante gli ultimi e più gravi episodi di esondazione del giugno 1992 e del settembre 1995 si verificarono gravi fenomeni alluvionali, soprattutto a scapito delle fasce antropizzate più prossime all'alveo.

In rapporto a queste problematiche, l'Autorità di Bacino del Fiume Po attraverso il PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) ha emanato le norme riguardanti l'assetto della rete idrografica e dei versanti, nelle quali viene stabilita la seguente classificazione delle Fasce Fluviali:

Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento;

Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento ( $T_r = 200$  anni). Il limite di tale

fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento;

Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento.

I valori delle portate di piena desunte dalle serie storiche disponibili sono riportati nella seguente Tabella (fonte: Autorità di Bacino del Fiume Po).

Tabella 7: portate di piena per il fiume Olona

Bacino	Corso d'acqua	Sezione		Superficie km <sup>2</sup>	Q20 m <sup>3</sup> /s	Q100 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s
		Progr.(km)	Cod. Denomin.					
Olona	Olona	10.184	50 Ponte Gurone	97	-	118	-	-
Olona	Olona	16.467	43 Gornate Olona	135	-	72	-	-
Olona	Olona	24.921	32 Fagnano Olona	156	-	61	-	-
Olona	Olona	31.710	25 Olgiate Olona	180	-	53	-	-
Olona	Olona	42.799	10 Nerviano	227	-	59	-	-
Olona	Olona	49.112	1 Rho	242	-	59	-	-

Attraverso una specifica ricerca presso il Consorzio del fiume Olona di Castellanza (VA), si sono raccolti i dati idrometrici disponibili, attraverso i

quali è stato possibile ricostruire l'andamento storico degli eventi di piena del corso d'acqua avvenuti in un intervallo di tempo di circa 400 anni (dal 1584 al 2002).

Le informazioni più complete riguardano l'ultimo secolo, anche se, durante il ventennio 1970-1990 l'attività di controllo idrometrico ha subito diversi passaggi di competenza, favorendo una certa frammentarietà dei dati disponibili.

E' possibile osservare quanto segue:

- sulla base dei dati disponibili, riferiti esclusivamente alle esondazioni di maggiore rilevanza, è stato calcolato l'intervallo di ritorno dei fenomeni in esame, pari approssimativamente a 4 anni;
- relativamente ai dati dell'ultimo secolo, si osserva che i fenomeni si manifestano essenzialmente durante i periodi equinoziali, ovvero in concomitanza dei massimi pluviometrici annuali;
- i danni maggiori provocati dalle piene si verificano principalmente nei settori pianeggianti della valle ed in corrispondenza delle località maggiormente antropizzate, soprattutto a causa delle frequenti riduzioni delle sezioni di deflusso; anche se in tali ambiti maggiore è la presenza di sistemazioni spondali e di sistemi di presidio a difesa delle piene, i danni subiti periodicamente dalle strutture ubicate nella valle risultano sicuramente molto ingenti.

Corrisponde ad un'estesa fascia di territorio comunale disposta parallelamente all'alveo fluviale ed indica il settore che, durante episodi meteorologici di particolare intensità e/o durata, possono essere interessati dalle acque fluviali determinando fenomeni di allagamento. Rappresenta la zona più depressa della piana alluvionale con allungamento nella direzione della valle

In particolare, in sponda sinistra, l'area di esondazione del fiume Olona in territorio comunale si estende sino al rilevato artificiale dell'asta ferroviaria dismessa della Valmorea, che si eleva mediamente ad un'altezza massima di circa 1,5m rispetto alla piana sottostante.



### **3 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA**

In questo paragrafo sono contenuti i principali risultati ottenuti dalle indagini e prove geotecniche, è descritta la caratterizzazione e la modellazione geotecnica dei terreni interagenti con l'opera, e sono riassunti i risultati delle analisi svolte per la verifica delle condizioni di sicurezza e la valutazione delle prestazioni nelle condizioni d'esercizio del sistema costruzione-terreno.

#### ***3.1. Descrizione delle opere e degli interventi***

Nello specifico il progetto attuale prevede la realizzazione di un "parco dell'acqua" avente caratteristiche principalmente fruibili, con percorsi pedonali e ciclabili, specchi d'acqua e percorsi didattici che illustrino le peculiarità del progetto.

Un altro aspetto fondamentale dell'opera, riguarda la riduzione del rischio idraulico, attraverso la costruzione di una vasca volano, che ha la funzione di laminare le portate di drenaggio urbano durante gli eventi meteorici prima dello scarico nel corpo idrico recettore.

La scelta di sistemi di trattamento naturali per le acque di sfioro si basa su consolidate esperienze a livello internazionale: sono numerose, infatti, le applicazioni di sistemi naturali per il trattamento degli scolmatori fognari (CSO, "combined sewer overflow"), passando da approcci come quelli statunitensi e australiani, particolarmente attenti a conciliare capacità depurativa, riqualificazione naturalistica e fruizione, alle esperienze nordeuropee, in particolare nel Regno Unito ed in Germania, talvolta meno "estetiche" ma estremamente interessanti sia per la qualità finale degli effluenti, che per gli effetti di laminazione ottenuti con un'occupazione di superficie nettamente ridotta.

In sintesi, le finalità che si vogliono perseguire con questo lotto di intervento sono principalmente legate sia alla qualità delle acque scaricate nel fiume Olona sia alla riduzione del rischio idraulico del territorio in esame.

Esaminando singolarmente il progetto nelle sue varie parti, possiamo distinguere i seguenti interventi:

- costruzione di nuovo manufatto scolmatore delle portate;
- realizzazione della grigliatura automatica
- realizzazione della vasca di dissabbiatura;
- realizzazione del sistema di fitodepurazione a flusso sommerso;
- realizzazione vasca volano con sistema a flusso libero integrato
- manufatto di scarico in Olona delle acque trattate e opere di protezione spondali connesse

- opere accessorie prettamente funzionali all'impianto (inerbimenti e arredo a verde, strade di manutenzione, recinzioni)
- opere per il monitoraggio delle acque in ingresso ed uscita

### ***3.2. problemi geotecnici e scelte tipologiche;***

Tra i dati geotecnici necessari per il progetto dell'opera sono stati presi in considerazione i seguenti elementi:

- successione stratigrafica,
- caratteristiche meccaniche dei terreni e tutti gli altri elementi significativi del sottosuolo.

Le indagini sono state sviluppate secondo il grado di approfondimento e di ampiezza necessario in funzione della fase progettuale in essere e dell'importanza dell'opera.

Al fine di definire il profilo geotecnico, le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni e il regime delle pressioni interstiziali, sono state eseguite specifiche indagini in sito, oltre ai dati provenienti da altri studi redatti nelle vicinanze dell'area d'intervento.

Le indagini geotecniche sono state programmate in modo tale da consentire un'adeguata caratterizzazione geotecnica di quella parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa.

t. 1

### ***3.3. Indagini e prove geotecniche in sito***

Il tipo e la tecnica utilizzata nell'esecuzione del sondaggio geotecnico è stata influenzata dalla natura dei terreni e dall'operazioni di prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove SPT in foro, compiuta nel corso del sondaggio.

La posizione dei punti di indagine e la loro quota assoluta è stata riportata nella planimetria di seguito allegata.

Si è scelto di eseguire un sondaggio geognostico, denominato 1, in corrispondenza dell'area su cui sarà realizzato il pozzetto selezionatore, il dissabbiatore etc. eseguendo al tempo stesso delle prove SPT in foro in corrispondenza delle quote - 3.00, -4.50, -6.00.

Ultimata la realizzazione di questo, la verticale è stata attrezzata con un piezometro cieco tra le quote 0.00 - -3.00 e finestrato da -3.00 fino a fondo foro.

Per quanto riguarda invece in sondaggio 2, in prossimità dell'alveo del Torrente Olona, la profondità indagata è risultata pari a metri 6 con rilevazione della falda freatica.

Particolare cura è stata posta per evitare sia la mescolanze tra terreni diversi sia la messa in comunicazione acquiferi diversi.

I risultati delle indagini e prove geotecniche in sito eseguiti sono documentati da seguenti allegati:

- indicazione, tipo e caratteristiche dell'attrezzatura impiegate;
- profili stratigrafici ottenuti dalle perforazioni di sondaggio;
- particolare esecutivo delle prove e delle misure eseguite;
- risultati delle prove e delle misure eseguite;



Proprietà fisiche e meccaniche	Terreni a grana fine	<b>Prove penetrometriche</b>
		Prove scissometriche
		Prove dilatometriche
		Prove pressiometriche
		Prove di carico su piastra
	Prove di laboratorio	
	Terreni a grana grossa	<b>Prove penetrometriche</b>
		Prove di carico su piastra
	Rocce	Prove speciali in sito (prove di taglio)
Prove di carico su piastra		
Prove di laboratorio		
Misure di pressione interstiziale	Terreni di qualsiasi tipo	Piezometri
Permeabilità	Terreni a grana fine	<b>Misure piezometriche</b>
	Terreni a grana grossa	Prove di laboratorio
Verifica di procedimenti tecnologici	Palificate	Prove idrauliche in fori di sondaggio
		Prove di emungimento da pozzi
	Impermeabilizzazioni	Prove di carico su pali singoli
		Prove di carico su gruppi di pali
Consolidamenti	Prove di permeabilità in sito e misura di altezza piezometrica prima e dopo l'intervento	
	Determinazione delle proprietà meccaniche in sito prima e dopo l'intervento	
Indagini di tipo geofisico	In foro con strumentazione in profondità	Prove di laboratorio
		Cross hole
		Down hole
	Senza esecuzioni di fori, con strumentazione in profondità	Con "suspension logger"
		Penetrometro sismico
	Con strumentazione in superficie	Dilatometro sismico
		Prove SASW
		Prove di riflessione sismica

### **3.4. Prove geotecniche di laboratorio**

Le prove geotecniche di laboratorio devono permettere di valutare i valori appropriati delle grandezze fisiche e meccaniche necessarie per tutte le verifiche agli stati limite ultimi e agli stati limite di esercizio.

Le prove sui terreni utilizzati come materiali da costruzione devono essere effettuate su campioni rappresentativi dei materiali disponibili, preparati in laboratorio secondo modalità da stabilire in relazione alle condizioni di posa in opera previste e alla destinazione del manufatto.

I risultati delle prove di laboratorio devono essere accompagnati da chiare indicazioni sulle procedure sperimentali adottate.

- caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e delle rocce e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici;



### **3.5. Caratterizzazione e modellazione geotecnica**

I risultati delle indagini e prove geotecniche eseguite, sia in sito sia in laboratorio, alla luce dei risultati acquisiti, della tipologia di opera e/o intervento, delle tecnologie previste e delle modalità costruttive, consentono di individuare il modello geotecnico del sottosuolo ed i suoi principali parametri geotecnici.

La scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici è stata eseguita in due fasi. Nella prima sono stati identificati i parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali. Identificati questi, sono stati valutati i valori caratteristici degli stessi parametri.

### **3.6. Indagine geotecnica**

Al fine di pervenire ad una prima caratterizzazione geotecnica del sottosuolo del territorio comunale, si è proceduto alla raccolta delle indagini pregresse più significative eseguite sul territorio. Sulla base di quanto sopra, si è proceduto come di seguito esposto:

- Analisi dei risultati di n. 4 campagne geognostiche eseguite in territorio comunale e, più precisamente:
  - Progetto per il rifacimento della via per Fagnano - Relazione geologica e geotecnica;
  - Indagine per il Progetto di sistemazione della scarpata fluviale in località Valle Olona - Relazione geologica, idrografica e geotecnica – sondaggio di via Bissolati;
  - Indagine per il Progetto di sistemazione della scarpata fluviale in località Valle Olona - Relazione geologica, idrografica e geotecnica – sondaggio di via Madonnina;
  - Progetto definitivo per la realizzazione del tracciato autostradale denominato Pedemontana;
- Osservazione e descrizione di n. 2 sezioni stratigrafiche nell'ambito di altrettanti spaccati naturali, rispettivamente presso:
  - Valle Olona – canale Fuster;
  - Scarpata fluviale – area a dissesto geomorfologico in atto – antecedentemente alle opere di sistemazione.

In aggiunta a questi dati bibliografici, sono stati eseguiti due ulteriori sondaggi geognostici, in corrispondenza dell'area su cui sarà realizzato il pozzetto selezionatore ed il dissabbiatore a lato della linea ferroviaria dismessa della Valmorea, ed in prossimità dell'alveo del Torrente Olona.

## ***A- Progetto per il rifacimento della via per Fagnano - Relazione geologica e geotecnica.***

L'indagine ha comportato la realizzazione di n. 5 sondaggi geognostici spinti sino alla profondità di 6m dal piano di inizio e di complessive n. 10 prove penetrometriche SPT realizzate in foro di sondaggio.

I risultati dell'indagine, che hanno permesso di individuare tre unità omogenee dal punto di vista geotecnico, possono essere così sintetizzati:

### *UNITA' 1*

profondità: da 0.0m a -1.0m

Nspt: 6 c/p

Densità relativa  $D_r = 23 \%$

angolo di attrito interno  $f: 28^\circ$

stato di addensamento: sciolto

### *UNITA' 2*

profondità: da -1.0m a -2.6m

Nspt: 4 c/p

Densità relativa  $D_r = 16 \%$

angolo di attrito interno  $f: 26^\circ$

stato di addensamento: soffice

### *UNITA' 3*

profondità: da -2.6m a -6.0m

Nspt: 8 c/p

Densità relativa  $D_r = 30 \%$

angolo di attrito interno  $f: 28^\circ$

stato di addensamento: poco addensato

***B - Indagine per il Progetto di sistemazione della scarpata fluviale in località Valle Olona – Relazione geologica, idrografica e geotecnica – sondaggio di via Bissolati***

L'indagine è stata eseguita alla sommità del dissesto geomorfologico presso la scarpata fluviale in località Valle Olona. Il sondaggio, a distruzione di nucleo sino a -15m dal p.c., ha permesso di distinguere quanto sotto riportato:

*UNITA' 1*

profondità: da -15.0m a -27.0m

Nspt: 100 c/p

Densità relativa  $D_r > 90 \%$

angolo di attrito interno  $f: 45^\circ$

stato di addensamento: molto addensato

*UNITA' 2*

profondità: da -27.0m a -34.0m

Nspt: 75 c/p

Densità relativa  $D_r > 80 \%$

angolo di attrito interno  $f > 40^\circ$

stato di addensamento: molto addensato

*UNITA' 3*

profondità: da -34.0m a -41.0m

Nspt: 96 c/p

Densità relativa  $D_r > 80 \%$

angolo di attrito interno  $f > 40^\circ$

stato di addensamento: molto addensato

*UNITA' 4*

profondità: da -41.0m a -45.0m

Nspt: 100 c/p

Densità relativa  $D_r > 90 \%$

angolo di attrito interno  $f: 45^\circ$

stato di addensamento: molto addensato

***C - Indagine per il Progetto di sistemazione della scarpata fluviale in località Valle Olona – Relazione geologica, idrografica e geotecnica – sondaggio di via Madonnina***

L'indagine è stata eseguita alla sommità del dissesto geomorfologico presso la scarpata fluviale in località Valle Olona. Il sondaggio, a distruzione di nucleo sino a -15 m dal p.c., ha permesso di distinguere quanto sotto riportato:

**UNITA' 1**

profondità: da -15.0m a -24.0m

Nspt: 100 c/p

Densità relativa  $D_r > 90 \%$

angolo di attrito interno  $f: 45^\circ$

stato di addensamento: molto addensato

**UNITA' 2**

profondità: da -24.0m a -37.0m

Nspt: 75 c/p

Densità relativa  $D_r > 80 \%$

angolo di attrito interno  $f > 40^\circ$

stato di addensamento: molto addensato

**UNITA' 3**

profondità: da -37.0m a -41.0m

Nspt: 96 c/p

Densità relativa  $D_r > 80 \%$

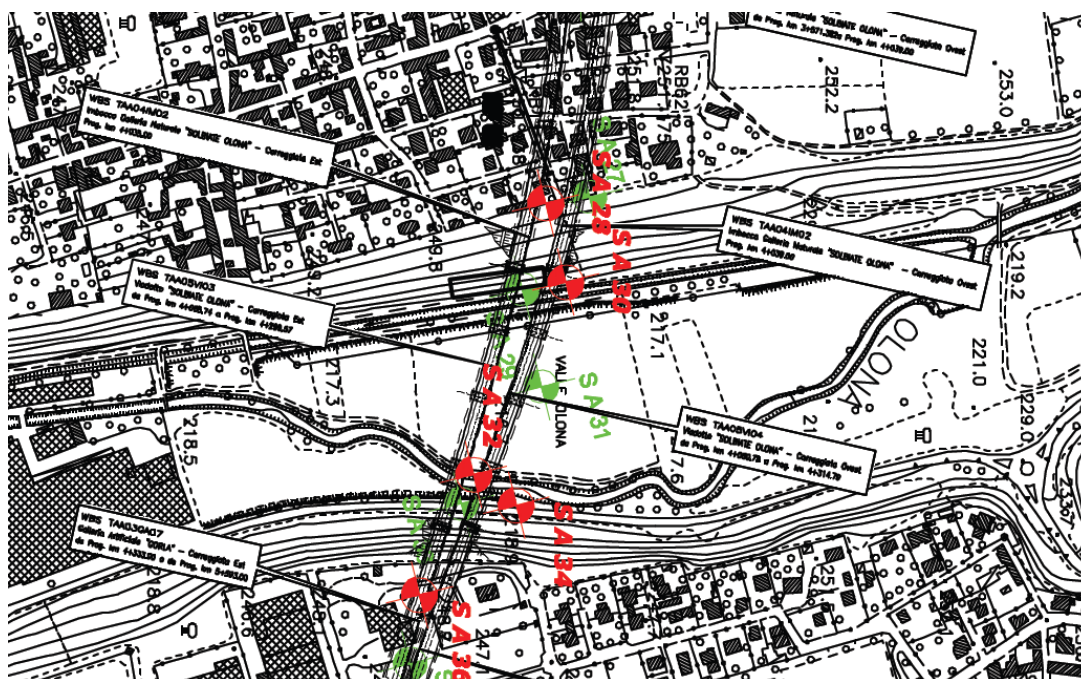
angolo di attrito interno  $f > 40^\circ$

stato di addensamento: molto addensato



## **D - Indagine per il Progetto definitivo di realizzazione del nuovo tracciato autostradale denominato Pedemontana – Relazione geologica, idrografica e geotecnica –**

L'indagine è stata eseguita a valle dell'area oggetto d'intervento lungo l'allineamento del viadotto che collegherà la galleria di Solbiate Olona con quella di Gorla Maggiore.



Sono stati eseguiti tre sondaggi, denominati S29, S31 ed S33 carotaggio continuo fino a – 40 m dal p.c. con l'esecuzione delle seguenti prove in sito:

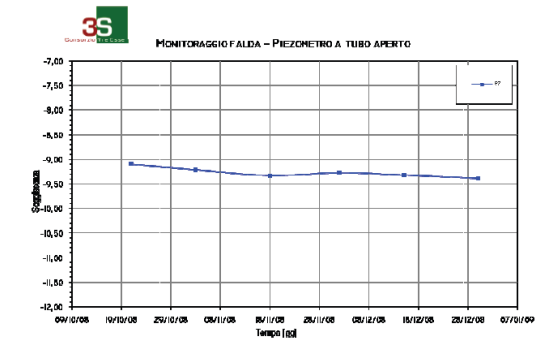
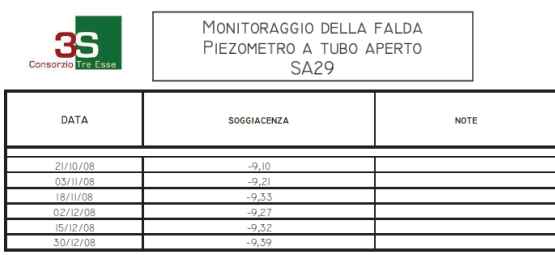
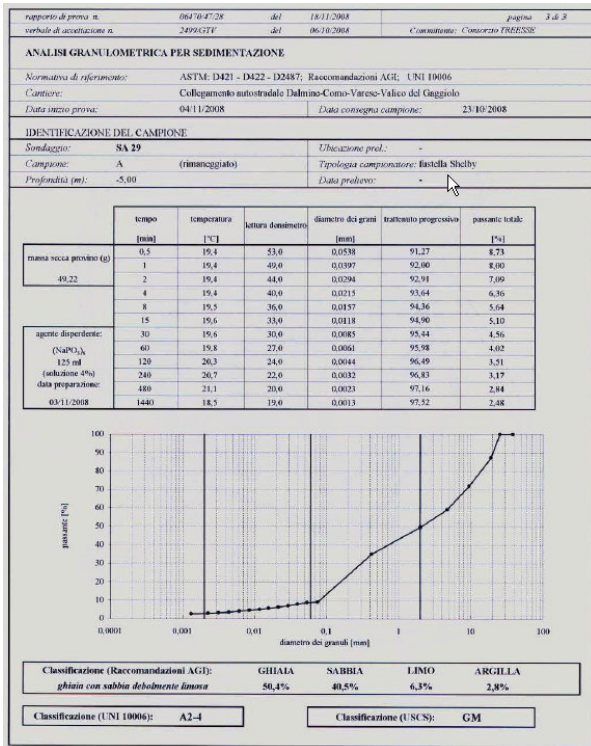
- SPT a metri -3.00, -6.00, -9.00, -12.00, 13.50, -15.00, -16.50, -18.00, -19.50, -21.00
- PROVA PRESSIOMETRICA MENARD alla profondità di -5,00, -10,00 m
- PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC alla profondità di -6,50 m

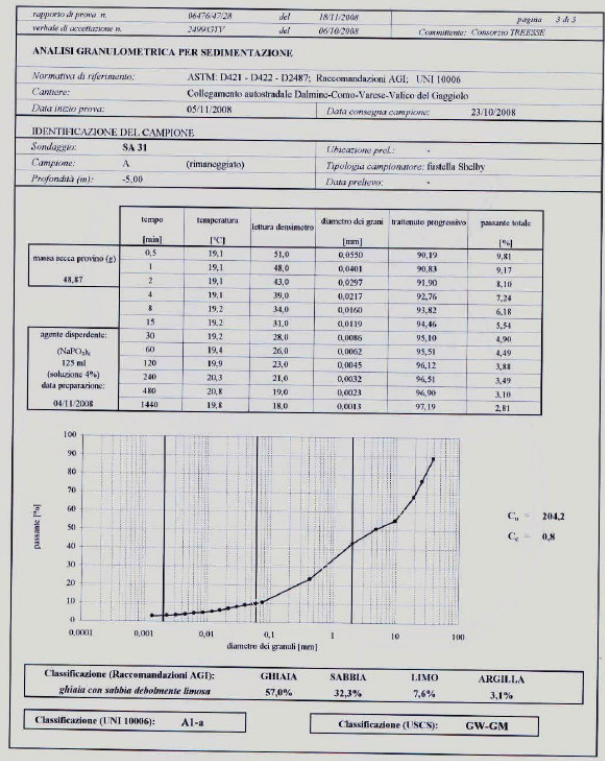
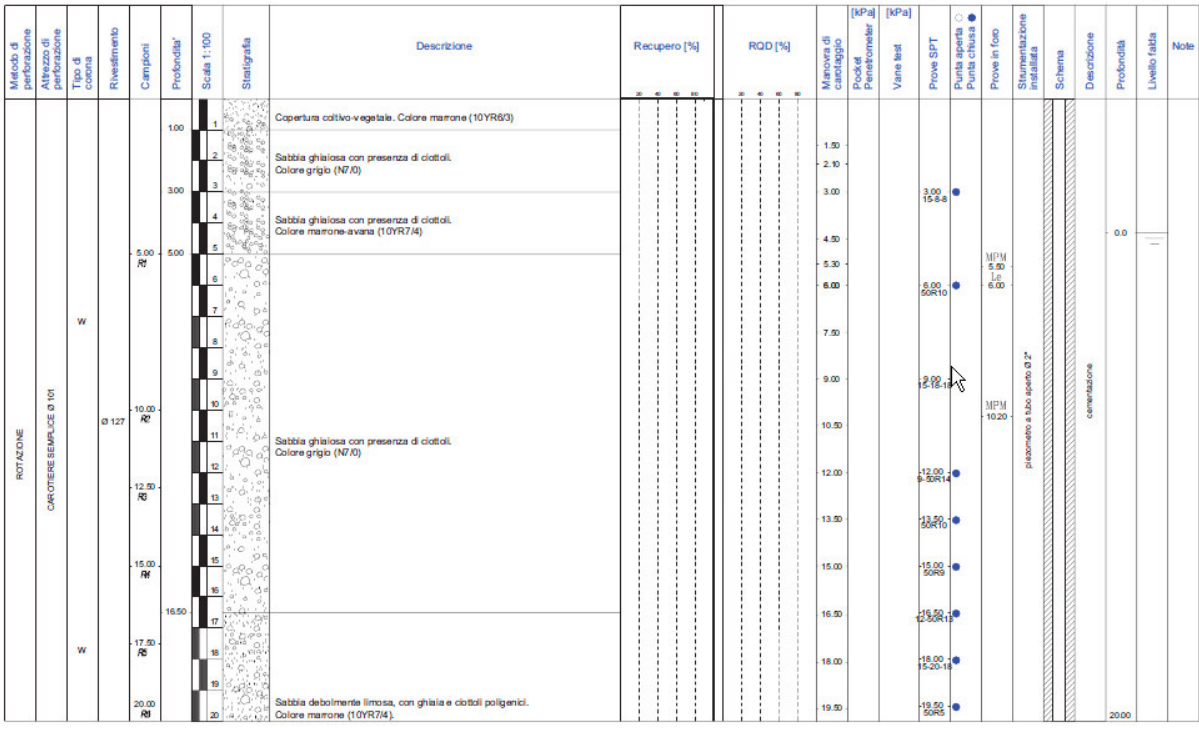
Sono stati eseguiti n° 7 prelievi di campioni rimaneggiati alle profondità di -5.00, -10.00, -12.50, -15.00, -17,50, -20,00 e -25.00 m.

Su tali prelievi sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- Analisi granulometrica per vagliatura e per sedimentazione;
- Limiti di Atterberg.

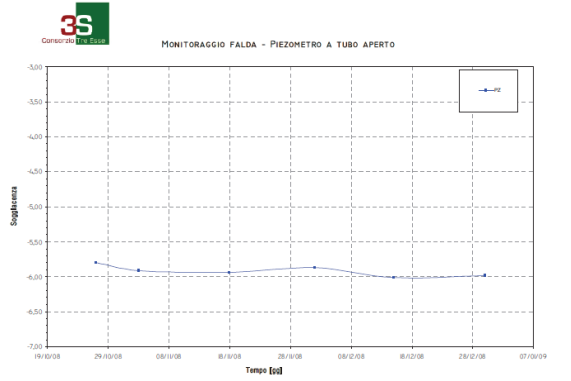
Committente: <b>AUTOSTRADA PEDEMONTANA LOMBARDA S.P.A.</b> Coordinate EST = 125856,520 Data inizio: 16.10.2008 Operatore: Singh Interjet, Bonomelli	Cantiere: Sobiate Olona NORD = 243041,906 Data ultimazione: 21.10.2008 Responsabile: Dott. Geol. R. Costantini	Perforazione n° SA29 Quota ass. p.c. = 219,061 m s.l.m. Tipo di attrezzatura: CMV MK800	<b>SA29</b>  Pagina 1/2	<b>CONSORZIO TRE ESSE</b> <small>RIEVO LEGGERE LA PERFORAZIONE</small> <table border="1"> <tr> <td>PROF. FORO</td> <td>ROCC. INVEST.</td> <td>SCIA</td> <td>II</td> <td>III</td> <td>IV</td> <td>MATTINA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	PROF. FORO	ROCC. INVEST.	SCIA	II	III	IV	MATTINA							
PROF. FORO	ROCC. INVEST.	SCIA	II	III	IV	MATTINA												





**MONITORAGGIO DELLA FALDA**  
**PIEZOMETRO A TUBO APERTO**  
**SA31**

DATA	SOGGIACENZA	NOTE
27/10/08	-5,80	
03/11/08	-5,91	
18/11/08	-5,94	
02/12/08	-5,87	
15/12/08	-6,00	
30/12/08	-5,98	





Metodo di perforazione	Altezza di perforazione	Tipo di core	Rivestimento	Campioni	Profondità	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Recupero [%]	ROD [%]	[kPa]	[kPa]	Mancosa di carotaggio	Pocket Penetrometer	Vane test	Prove SPT	Punta aperta	Punta chiusa	Prove in foro	Strumentazione installata	Schema	Descrizione	Profondità	Livello falda	Note
ROTAZIONE								Copertura di ciottoli sciolti. Colore grigio (N7/0).																	
								Sabbia debolmente limosa, con ghiala e ciottoli. Colore marrone-avana (10YR7/4).								3,00 3,22									
								Livelli di sabbia cementata. Colore grigio chiaro (N8/0).								6,00 5,06			MPM 5,40 6,00						
								Sabbia ghiaiosa con presenza di ciottoli. Colore marrone-avana (10YR7/2).																	
								Sabbia ghiaiosa con presenza di ciottoli. Colore grigio-avana (25YR7/3).								9,00 5,08			MPM 10,50						
								Livelli di sabbia cementata. Colore grigio chiaro (N8/0).								12,00 5,03									
								Sabbia ghiaiosa con presenza di ciottoli. Colore grigio (N7/0).								13,50 5,07									
								Sabbia ghiaiosa con presenza di ciottoli. Colore grigio (N7/0).								15,00 5,07									
								Sabbia ghiaiosa con presenza di ciottoli. Colore nocciola (25YR7/6).								16,50 5,07									
															18,00 5,07										
															19,50 5,07										

rapporto di prova n. 064824728 del 18/11/2008 pagina 3 di 3  
 verbale di certificazione n. 24993271 del 05/10/2008 Commento: Consorzio TREESSE

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**  
 Normativa di riferimento: ASTM: D421 - D422 - D2487; Raccomandazioni AGI: UNI 10006  
 Cantiere: Collegamento autostradale Dalmacio-Cosca-Vareso-Valico del Gaggiolo  
 Data inizio prova: 04/11/2008 Data consegna campione: 23/10/2008

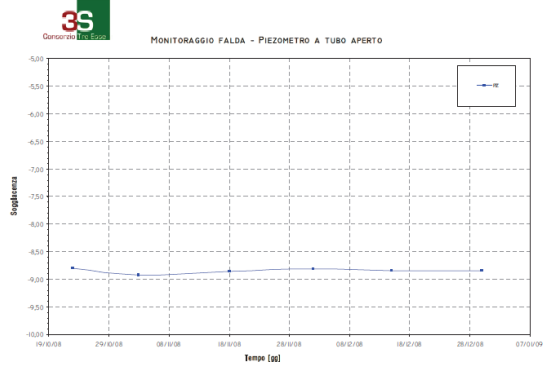
**IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONI**  
 Sondaggio: SA 33 Ubicazione prov.: -  
 Campione: A (rimaneggiato) Tipologia campione: fustella Shelby  
 Profondità (m): -5,00 Data prelievo: -

	tempo [min]	temperatura [°C]	lettura densimetro	diámetro dei grani [mm]	trattazione progressiva	passante totale [%]
massa secca privata (g)	0,5	19,2	54,0	0,0732	85,43	14,57
	1	19,2	51,9	0,0389	86,33	13,67
	2	19,2	46,9	0,0289	87,82	12,18
	4	19,2	41,0	0,0214	89,31	10,69
spazio idrico:	8	19,3	35,0	0,0159	91,08	8,92
	15	19,4	32,0	0,0118	91,97	8,03
	30	19,5	30,0	0,0085	92,55	7,45
	60	19,7	26,0	0,0062	93,72	6,28
(N <sub>60</sub> ) <sub>v</sub> (k)	120	20,4	23,0	0,0045	94,54	5,46
	240	20,8	20,0	0,0032	95,39	4,61
	480	21,1	18,0	0,0023	95,95	4,05
data preparazione:	1440	19,5	17,0	0,0013	96,42	3,58

Classificazione (Raccomandazioni AGI): GHIAIA SABBIA LIMO ARGILLA  
 ghiaia con sabbia limosa 45,9% 39,2% 10,8% 4,1%  
 Classificazione (UNI 10896): A2-4 Classificazione (USCS): GM

**MONITORAGGIO DELLA FALDA**  
**PIEZOMETRO A TUBO APERTO**  
**SA33**

DATA	SOGLIACENZA	NOTE
25/10/08	-8,80	
03/11/08	-8,92	
18/11/08	-8,85	
02/12/08	-8,81	
15/12/08	-8,94	
30/12/08	-8,94	





***E - Indagine per il Progetto esecutivo di realizzazione di un sistema naturale di depurazione e laminazione delle acque di sfioro della rete fognaria comunale –  
Relazione geologica e caratterizzazione geotecnica –***

L'indagine ha comportato la realizzazione di n. 2 sondaggi geognostici spinti sino alla profondità di 8 m dal piano di inizio e di complessive n. 3 prove penetrometriche SPT realizzate in foro di sondaggio. I fori sono stati attrezzati con tubazione in PVC finestrato per 5/6 metri di profondità a partire dal fondo foro

I risultati dell'indagine, possono essere così sintetizzati:



**SONDAGGIO GEOGNOSTICO 1**

**UNITA' A**

profondità: da 0.0m a -1.0m

Peso di volume = 18 KN/mc

angolo di attrito interno  $f$ : 28°

stato di addensamento: sciolto

**UNITA' D**

profondità: da -1.0m a -5 m

Peso di volume = 19 KN/mc

angolo di attrito interno  $f$ : 32°

stato di addensamento: poco addensato

**UNITA' E**

profondità: da -5 m a -8.0m

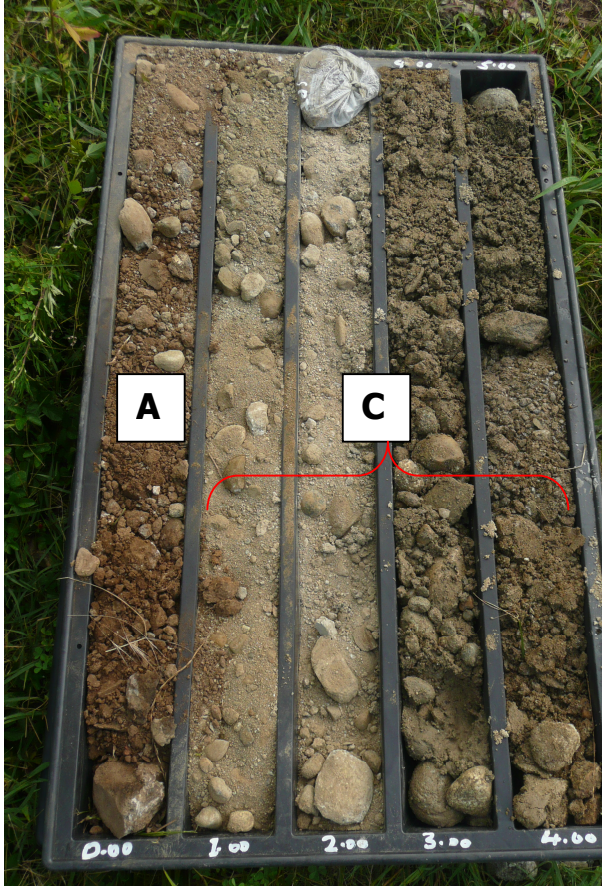
Peso di volume = 20 KN/mc

angolo di attrito interno  $f$ : 35°

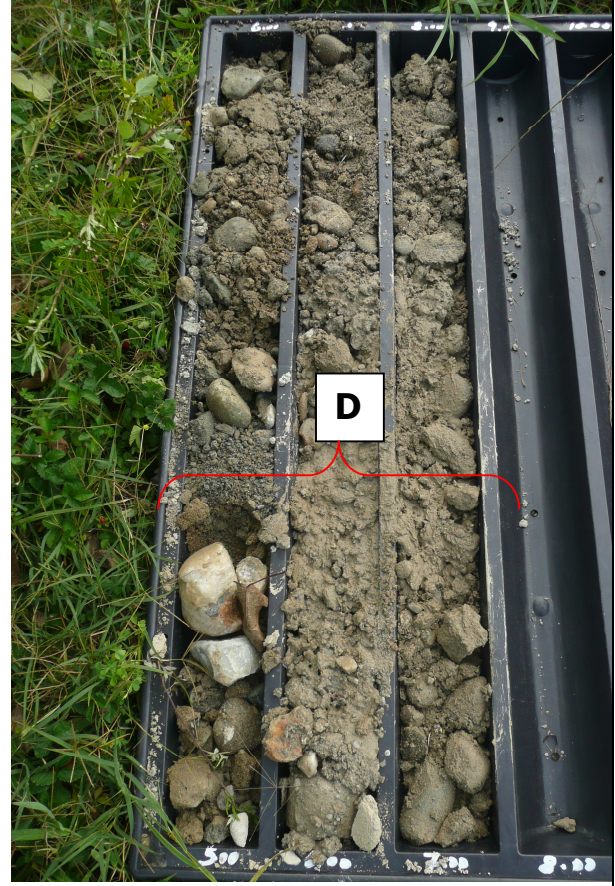
stato di addensamento: moderatamente addensato

# SONDAGGIO GEOTECNICO 1

**Profondità 0 – 5 m**



**Profondità 5 – 8 m**



**Particolare livello 0,5 – 1,5 – 2,5**



**Particolare livello 5,5 – 6,5 – 7,5**



## SONDAGGIO GEOGNOSTICO 2

### UNITA' A

profondità: da 0.0m a -1.0m

Peso di volume = 17 KN/mc

angolo di attrito interno  $f$ : 28°

stato di addensamento: sciolto

### UNITA' B

profondità: da -1.0m a -3.0 m

Peso di volume = 18 KN/mc

angolo di attrito interno  $f$ : 28°

stato di addensamento: poco addensato

### UNITA' C

profondità: da -3.0m a -5.0 m

Peso di volume = 19 KN/mc

angolo di attrito interno  $f$ : 30°

stato di addensamento: moderatamente addensato

### UNITA' D

profondità: da -5.0 m a -8.0m

Peso di volume = 20 KN/mc

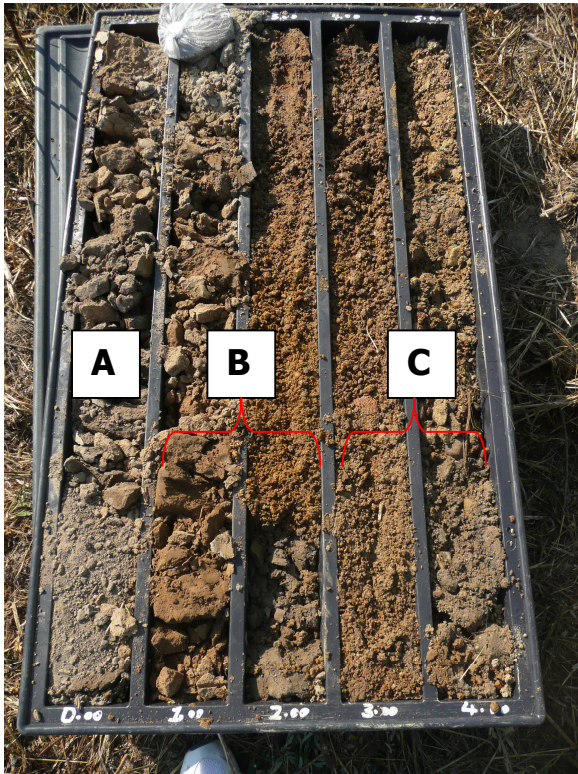
angolo di attrito interno  $f$ : 35°

stato di addensamento: moderatamente addensato

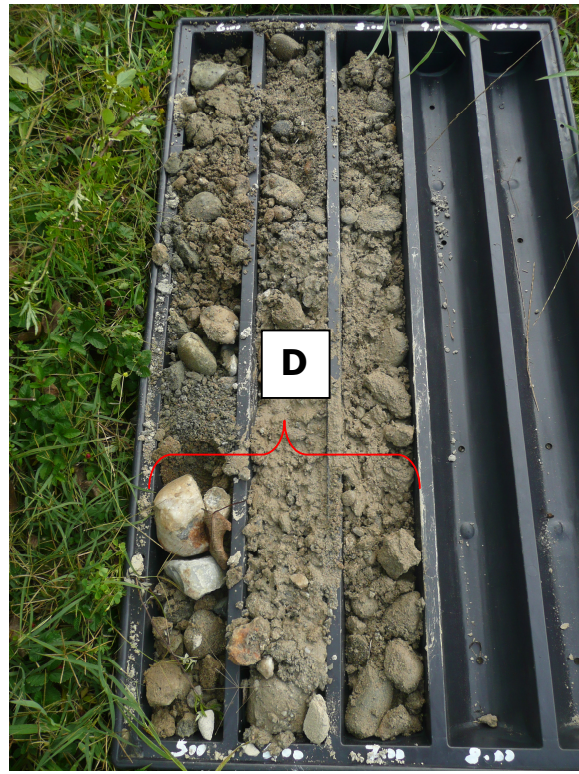


## SONDAGGIO GEOTECNICO 2

**Profondità 0 – 5 m**



**Profondità 5 – 8 m**



**Particolare livello 1 – 2 – 3**



**Particolare livello 5,5 – 6,5 – 7,5**





## ***Sezione stratigrafica n. 1 - Valle Olona – canale Fuster;***

Secondo quanto è stato possibile osservare dallo spaccato stratigrafico in esame, le UNITÀ STRATIGRAFICHE presenti sono:

### **UNITA' 1**

profondità: dal p.c. a -0.20-0.30 m

descrizione litologica: terreno di copertura vegetale (suolo)

### **UNITA' 2**

profondità: da -0.20-0.30m a -2.20m

descrizione litologica: sabbia media e fine debolmente ghiaiosa, con alternanze centimetriche ghiaiososabbiose

stato di addensamento: sciolto



FOTO 2 – CANALE FUSTER (A DESTRA) E FIUME OLONA (A SINISTRA) IN GORLA MAGGIORE (VA)

## **Sezione stratigrafica n. 2 - Scarpata fluviale – area a dissesto geomorfologico in atto (“B”) – antecedentemente alle opere di sistemazione.**

Secondo quanto è stato possibile osservare dallo spaccato naturale in esame, le UNITÀ STRATIGRAFICHE presenti sono:

### UNITA' 1

profondità: dal p.c. a -0.40-0.50 m

descrizione litologica: terreno di copertura vegetale (suolo)

### UNITA' 2

profondità: da -0.40-0.50m a -15.00m

descrizione litologica: ghiaia sabbiosa e conglomerato con ciottoli poligenici ben arrotondati, localmente con intervalli sabbioso-ghiaiosi e sabbioso-limosi stratificati (spessore max 30.00-40.00 cm).

Stato di addensamento: da mediamente addensato ad addensato

### **3.7. Considerazioni riassuntive**



Sulla base della caratterizzazione litologica derivata dall'esame delle indagini geognostiche eseguite in territorio comunale, risulta possibile individuare TRE ambiti con differenti caratteristiche litologiche superficiali ai fini ingegneristici così identificabili:

#### **ZONA A GHIAIA E SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA PREVALENTE**

Comprende tutta la porzione di territorio centrale ed orientale del Comune di Gorla Maggiore ed è caratterizzata da depositi ghiaioso-sabbiosi

debolmente limosi ed argillosi, non alterati.

Il deposito è di origine fluvioglaciale.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione quantitativa dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico sino ad una profondità di circa 3.50 m dal p.c., che possono essere classificati come "terreni con discrete qualità portanti, con permeabilità medio-elevata".

### **ZONA A SABBIA MEDIA E FINE DEBOLMENTE GHIAIOSA PREVALENTE**

E' stata caratterizzata in base alle stratigrafie del punto di indagine geognostica citati prededentemente e della sezione stratigrafica n. 1 (figura a lato).

Comprende la porzione di territorio lungo la vallata dell'Olonia ed è contraddistinta da depositi sabbiosi medio-fini debolmente ghiaiosi, con alternanze centimetriche ghiaioso-sabbiose.

Il deposito è di origine alluvionale.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione quantitativa dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico sino ad una profondità di circa 6.00 m dal p.c. Nei settori prospicienti l'alveo fluviale del fiume Olona, a causa della limitata soggiacenza della falda acquifera, si riscontrano "mediocri qualità portanti, con permeabilità dei materiali elevata".

Sulla base delle informazioni desunte dalle indagini eseguite in tale zona, ai fini ingegneristici si segnala la necessità di accertare in maniera puntuale durante la fase progettuale di eventuali nuovi interventi edificatori, l'esatta posizione della falda acquifera al fine di evitare possibili interferenze negative con elementi strutturali e con i piani interrati degli edifici, nonché con manufatti per lo smaltimento delle acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo.

#### **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**



Indagine geognostica, relativa numerazione



Punto di osservazione stratigrafica, relativa numerazione



Litologia prevalente: GHIAIA E SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA prevalente  
Stato di addensamento: da SCIOLTO a MODERATAMENTE ADDENSATO



Litologia prevalente: SABBIA MEDIA E FINE DEBOLMENTE GHIAIOSA prevalente  
Stato di addensamento: da SCIOLTO a POCO ADDENSATO



Litologia prevalente: GHIAIA E SABBIA con alternanze di strati conglomeratici.  
Stato di addensamento: da POCO a MOLTO ADDENSATO

### **ZONA A GHIAIA E SABBIA DA SCIOLTA A LOCALMENTE CEMENTATA PREVALENTE**

Comprende le aree ubicate nel settore occidentale, in corrispondenza della scarpata fluviale che delimita l'area alluvionale del fiume Olona verso est.

E' contraddistinta dalla presenza di materiali misti ghiaioso-sabbiosi e conglomeratici con ciottoli poligenici da subarrotondati ad arrotondati, localmente stratificati (spessore max 30.00-40.00 cm). Localmente sono presenti modeste circolazioni idriche sotterranee testimoniate da numerose risorgenze lungo il versante.

La formazione in esame è di origine fluviale.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione quantitativa dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico, sino ad una profondità di circa 15.0m dal p.c., che possono essere generalmente classificati come "materiali con discrete qualità portanti con permeabilità secondaria media".

## 4 VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

Conseguentemente ai principi generali enunciati nelle NTC, la progettazione geotecnica si basa sul metodo degli stati limite e sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza.

Nel metodo degli stati limite, ultimi e di esercizio, i coefficienti parziali sono applicati alle azioni, agli effetti delle azioni, alle caratteristiche dei materiali e alle resistenze.

I coefficienti parziali possono essere diversamente raggruppati e combinati tra loro in funzione del tipo e delle finalità delle verifiche, nei diversi stati limite considerati.

### 4.1 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Si considerano cinque stati limite ultimi che, mantenendo la denominazione abbreviata degli eurocodici, sono così identificati:

EQU – perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi;

STR – raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

GEO – raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

UPL – perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla sottospinta dell'acqua (galleggiamento);

HYD – erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici.

Gli stati limite STR e GEO sono gli unici che prevedono il raggiungimento della resistenza delle strutture o del terreno, rispettivamente.

Nelle verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite ultimi, può essere utilizzato l'Approccio 1 o l'Approccio 2. Nell'ambito dell'Approccio 1, la combinazione 1 è generalmente dimensionante per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo strutturale, STR, mentre la combinazione 2 risulta in genere dimensionante per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo geotecnico, GEO. Le combinazioni dei coefficienti parziali da utilizzare per le diverse tipologie di opere e sistemi geotecnici sono indicati nei paragrafi successivi.

Gli stati limite EQU, UPL e HYD non prevedono il raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali. Se si porta in conto la resistenza del terreno, si devono utilizzare per essa i coefficienti parziali del gruppo M2.