



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO



**MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL FIUME LAMBRO E
AFFLUENTI NEL TRATTO TRA I COMUNI DI NIBIONNO E
VILLASANTA**

COMUNI DI INVERIGO, VERANO BRIANZA, CARATE BRIANZA

SOVICO E VILLASANTA

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

**RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA E DI UTILIZZO E
GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Il geologo

Dott. Geol. Alberto Velicogna

PARCO DELLA VALLE DEL LAMBRO

Dipartimento di Riqualificazione Fluviale

via cascina Boffalora, 10 – 20844 Rancate di Triuggio

**RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA PER INTERVENTO DI DIFESA
SPONDALE IN SPONDA SINISTRA DEL FIUME LAMBRO**

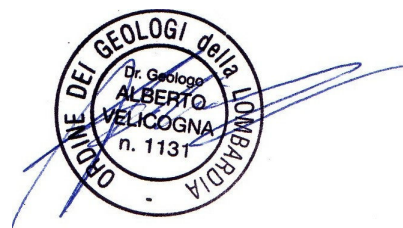
Carate Brianza (MB)



Commessa: 20-14

Data: 25 Luglio 2014

Dott.Geol. Alberto Velicogna



SEDE LEGALE E OPERATIVA principale: via G. Carducci, 15 – 24068 - Seriate (BG)

SEDE OPERATIVA FVG: via Paluzza, 11 - 33100 – Udine

Cell.: +39 329 2289939 Tel :+39 0332 316690

web : www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@alice.it

P.IVA : 04755800960

Sommario

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	5
3.1 <i>Inquadramento geomorfologico.....</i>	<i>5</i>
3.2 <i>Inquadramento geologico</i>	<i>7</i>
3.3 <i>Inquadramento idrogeologico.....</i>	<i>12</i>
4. INDAGINE GEOGNOSTICA	15
4.1 <i>Prove penetrometriche dinamiche</i>	<i>16</i>
4.2 <i>Prelievo di campioni di terreno</i>	<i>18</i>
4.3 <i>Indagine MASW</i>	<i>20</i>
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	22
6. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	26
7. MODELLO GEOTECNICO	27
8. VINCOLI E FATTIBILITA' GEOLOGICA NELLA ZONA D'INTERVENTO.	28
9. CONCLUSIONI.....	33
BIBLIOGRAFIA	34
ALLEGATI.....	34

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Il sottoscritto ha ricevuto dal Committente l'incarico di redigere uno studio geologico e geognostico nel comune di Carate Brianza (MB) in previsione della realizzazione di un intervento in sponda sinistra del fiume Lambro al fine di verificare la fattibilità dell'opera, riguardo alle caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche, sismiche e geotecniche dei terreni e della stabilità dell'area in ottemperanza alla normativa vigente.

L'intervento prevede la parziale demolizione della sponda sinistra del fiume Lambro in calcestruzzo (con successiva sistemazione delle opera di difesa spondali) al fine di creare un'area di golena (di circa 3200 m²) allagabile nei periodi di maggior portata idraulica. L'area di golena verrà delimitata con nuovi argini di protezione in massi e un rilevato in terre armate.

In questa relazione geologico-tecnica si caratterizzano i terreni da un punto di vista geotecnico secondo quanto prescritto dalle NTC 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni" contenute dal D.M. 14.01.2008. e con la Circolare n. 617 del 2.02.2009, Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27: "Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte è finalizzata alla costruzione del modello geologico, che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica. Il modello geologico dell'area è stato studiato e ricostruito attraverso l'acquisizione di dati esistenti in bibliografia tecnica (relazione geologica e idrogeologica a supporto del PGT) redatta da Ecoter cpa s.r.l.

Il presente documento si prefigge quindi di essere anche uno strumento tecnico d'ausilio per la definizione progettuale.

In data 14 e 15 Luglio 2014 si è effettuata, pertanto, una campagna di indagini mediante l'esecuzione di:

- sopralluoghi e rilievi tecnici dedicati (luglio 2014);
- n. 3 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 1 indagine sismica MASW;
- n. 3 prelievi di campioni di terreno
- acquisizione ed analisi di bibliografia tecnica specifica;
- elaborazione del presente documento.

La caratteristica specifica di questo tipo di indagini è di essere di tipo preciso, diretto e locale; i dati acquisiti hanno un valore investigativo puntuale e possono essere raffrontati esclusivamente con altre prove analoghe a distanze limitrofe; qualsiasi altra estrapolazione non ha alcun valore geotecnico.

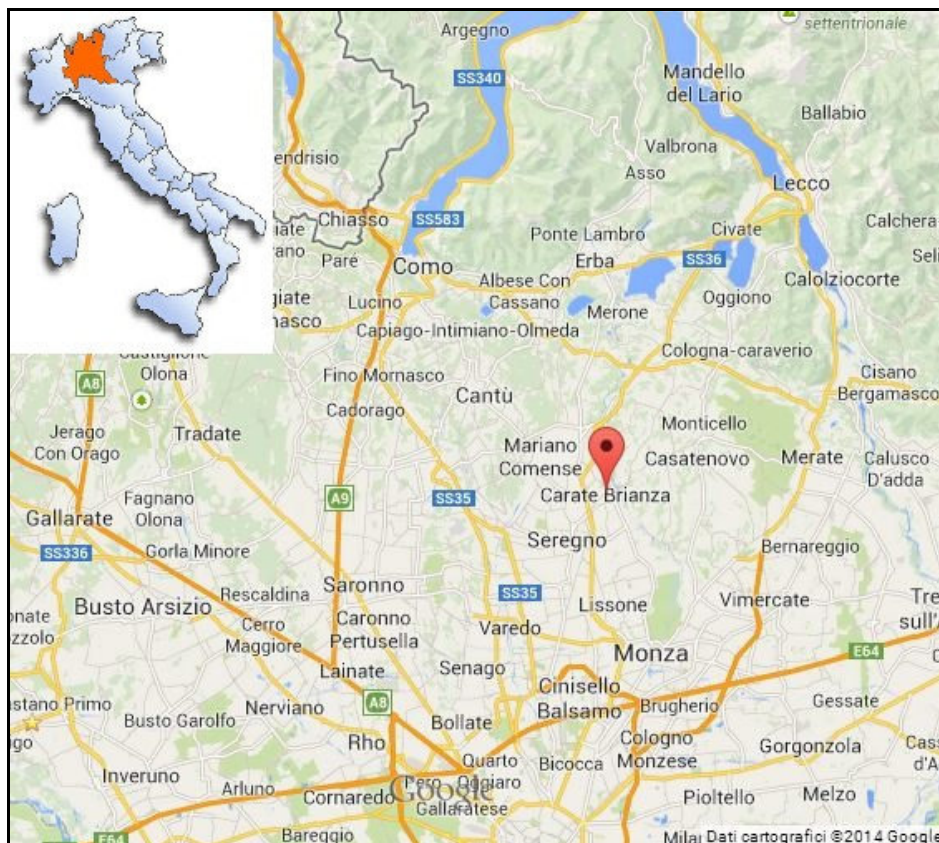


Figura 1: Ubicazione del comune di Carate Brianza (MB).

Normativa di riferimento

D. Lgs. N. 4 del 16 gennaio 2008 in vigore dal 13 giugno 2008, recante importanti modifiche al D.Lgs 152/2006 in materia ambientale

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico

Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale

Piani Territoriali di coordinamento (Province)

Piano Strutturale e Regolam. Urbanistico

PGT comune di Carate Brianza

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di indagine è situata in via per costa, lungo l'argine della sponda sinistra del fiume Lambro, comune di Carate Brianza (MI), ed ha posizione geografica con coordinate 45°683112 N, 9°243837 E e quota di circa 211 metri s.l.m.

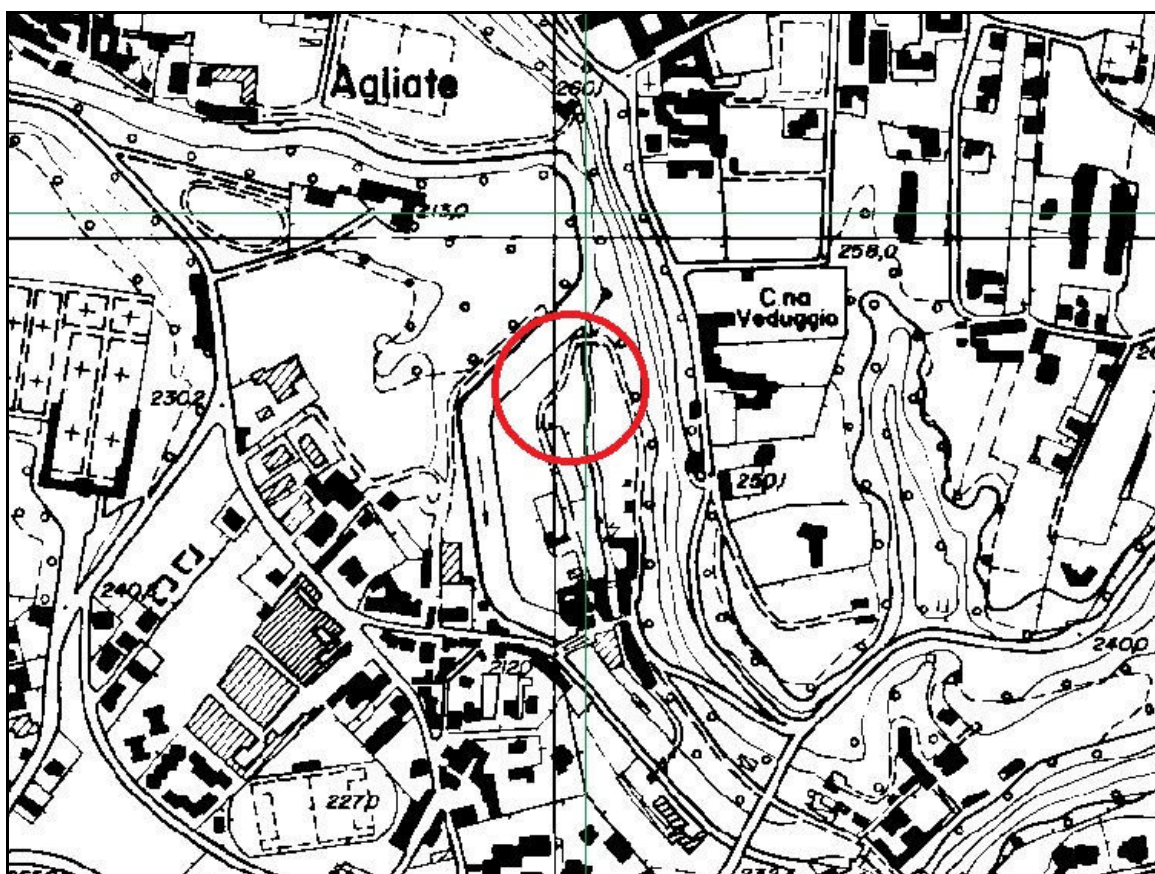


Figura 2: Ubicazione dell'area di indagine (Carta CTR Lombardia 1:10000).

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Lo studio geologico è stato svolto attraverso l'acquisizione di dati esistenti in bibliografia tecnica (relazione geologica e idrogeologica a supporto del PGT redatto da Ecoter cpa s.r.l. , al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti) e l'osservazione diretta.

3.1 Inquadramento geomorfologico

In relazione alla sua vicinanza ai rilievi alpini, il settore della Pianura Padana nel quale si trova il territorio comunale di Carate Brianza, coincide con quello dell'Alta Pianura.

Questa porzione del Bacino Padano, risulta costituita da depositi assai diversi dal punto di vista genetico e a cui corrispondono forme diverse del paesaggio.

Procedendo da nord verso sud si possono riconoscere a grandi linee:

- una prima zona caratterizzata da depositi glaciali;
- una fascia intermedia, nella quale si colloca l'agglomerato urbano di Carate B., nella quale sono ampiamente diffusi i depositi fluvioglaciali;
- una ultima area, piatta, impostata su sedimenti fluviali (bassa pianura).

Tale distinzione deve tuttavia ritenersi indicativa, poiché, a seguito degli avanzamenti ed arretramenti delle lingue glaciali, la linea di demarcazione tra depositi glaciali e fluvioglaciali, nonché tra questi ultimi ed i depositi fluviali, ha subito ampie escursioni consentendo una sovrapposizione di sedimenti di diversa origine.

Ulteriori complicazioni nei rapporti spaziali tra depositi, sono legate all'azione di alluvionamento ed erosione esercitata dai corsi d'acqua in rapporto all'andamento delle fasi glaciali.

Queste condizioni hanno contribuito alla formazione di paleoalvei successivamente colmati, formati dai corsi d'acqua sfocianti dalle vallate alpine e/o dagli scaricatori, temporanei, degli apparati morenici. Tracce di paleoalvei sono parzialmente riconoscibili in corrispondenza del margine meridionale del territorio comunale. A tali elementi, legati a fattori dinamici, bisogna aggiungerne altri, frutto del controllo esercitato dalle forme del terreno sugli ambienti, locali, di sedimentazione. In quest'ottica si può fare riferimento alle conche, all'interno delle quali si formarono specchi d'acqua sedi di una tipica sedimentazione lacustre in eteropia con facies glaciali e fluvioglaciali.

Le differenziazioni genetiche dei sedimenti nei quali è modellata l'alta pianura, si ripercuotono anche sulla morfologia, che da pianeggiante nella parte occidentale e meridionale, diviene ondulata nella porzione nord-orientale, zona dei pianalti fluvioglaciali. Qui sono riconoscibili orli di scarpate di erosione e/o gradini di valli glaciali.

La continuità morfologica dell'area in studio è interrotta dal fiume Lambro e da alcuni suoi affluenti minori che, nella porzione orientale del territorio, scorrono all'interno di solchi vallivi profondamente incisi e bordati da alte scarpate. Queste incisioni presentano per lo più fondo piatto essendo stata rinvenuta una sola valletta con profilo trasversale a V.

Nel territorio comunale di Carate sono stati inoltre censiti alcuni movimenti franosi reali o potenziali. Essi si rinvergono lungo la scarpata fluviale del Fiume Lambro.

Nella zona di Realdino, lungo il corso del Fiume Lambro, è presente un'area in cui si rinvergono alcune grotte di piccole dimensioni impostate nei depositi conglomeratici della formazione del Ceppo. La zona corrisponde ad una marcata incisione valliva che si sviluppa in corrispondenza del ponte di Realdino. Essa è alta circa 15 m in sponda destra e 40 m circa in sponda sinistra ed ha pareti molto ripide. Questa forra è stata scavata dal Fiume Lambro durante l'attraversamento dei depositi conglomeratici della Formazione del Ceppo.

Lungo le scarpate fluviali, in conseguenza del diverso grado di cementazione dei conglomerati del Ceppo e dell'intensa circolazione idrica sotterranea, si sono inoltre sviluppate, specialmente in sponda sinistra, numerose cavità, aventi altezza di 1-2 m circa ed estese lungo il versante per 30 m circa. In quest'area si rinvergono inoltre numerose sorgenti puntiformi e le pareti delle grotte sono interessate da un intenso stillicidio.

Infine non vanno dimenticate le forme e i depositi legati alle attività antropiche. Sono stati infatti riconosciuti numerosi orli di scarpata artificiale aventi altezze differenti (comprese tra 1 e 10 m circa) variamente distribuite sul territorio comunale.

3.2 Inquadramento geologico

L'area in oggetto è costituita quasi interamente da formazioni continentali Pleistoceniche ed Oloceniche, che compongono l'alta e media pianura lombarda.

Al gruppo delle formazioni costituenti la coltre continentale, appartengono depositi glaciali, fluvioglaciali, fluviali e localmente lacustri. Il ciclo continentale quaternario è suddivisibile in due grandi fasi:

- fase pleistocenica pluviale-fluviale, legata a fenomeni glaciali e fluvioglaciali,
- fase olocenica postglaciale (alluvioni).

Il territorio è caratterizzato dall'alternarsi di fasi glaciali e fluvioglaciali che hanno rielaborato gli accumuli detritici presenti nell'area ed ha portato alla formazione di depositi che possono essere suddivisi (a partire dal più antico) nelle unità litologiche che si ritrovano nell'area e nel relativo sottosuolo

"Villafranchiano" o "Argille sotto il Ceppo"

Depositi argillosi grigio-cenere con torbe, caratterizzato da laminazione subparallela, di ambiente lagunare e deltizio. Essi si rinvencono in corrispondenza di alcune zone del territorio comunale ed in particolare a NW del Cimitero e in corrispondenza del settore centrale del Comune. Quest'unità assume inoltre una notevole importanza dal punto di vista idrogeologico, poiché viene fatta coincidere con il substrato impermeabile degli acquiferi convenzionali.

"Ceppo"

Costituisce la più antica formazione continentale affiorante nell'area e nelle incisioni più profonde. Il Ceppo compare lungo l'asta dei principali corsi d'acqua.

Sul fiume Lambro affiora tra Albiate e Carate con continuità. Trattasi di un conglomerato poligenico con ciottoli inglobati in una matrice sabbioso-limosa a cemento calcareo. Il grado di cementazione è in funzione dell'entità della circolazione idrica sotterranea. La configurazione morfologica degli affioramenti di Ceppo è caratteristica; la sua notevole compattezza gli permette di mantenersi facilmente in pareti verticali, come sono quelle vere e proprie muraglie che fiancheggiano il fiume Lambro all'altezza di Realdino.

Si tratta di litotipi dotati di un discreto grado di permeabilità, con circolazione delle acque che avviene per fessurazione.

Depositi morenici Mindeliani

Trattasi di clasti inglobati caoticamente in una matrice argillosa, soggetti a profonda alterazione a tal punto che riesce difficile riconoscerli. La matrice è di natura prevalentemente argillosa di colore rossastro. Tutto il deposito è ricoperto da uno strato di alterazione noto come "ferretto"; si tratta di una sostanza argillosa tipo caolino, plastica, di spessore variabile sino ai 3 metri. I depositi associabili alle morene del mindel, risultano pertanto, caratterizzati da bassa permeabilità, in particolare nei livelli più superficiali ed alterati a "ferretto".

Tale caratteristica influenza l'idrografia superficiale nelle aree di affioramento, ostacolando l'infiltrazione delle acque e instaurando un sistema di piccoli corsi d'acqua a carattere stagionale.

I depositi ascrivibili a questa formazione interessano marginalmente il territorio comunale di Carate Brianza. All'estremità sud-orientale del territorio comunale, al confine con il Comune di Triuggio, si rinviene infatti un corpo di limitata estensione nei pressi della linea ferroviaria.

Depositi morenici Rissiani

I depositi morenici rissiani compaiono in larghe plaghe all'interno delle cerchie morene mindeliane. Sono formati da clasti grossolani inglobati caoticamente in una matrice argilloso-limosa. I ciottoli, di natura prevalentemente calcarea, appaiono molto alterati; i prodotti dell'alterazione, di colore giallo-rossiccio, ricoprono in maniera discontinua il deposito. Gli affioramenti sono poco sviluppati in senso verticale. All'interno del territorio comunale di Carate Brianza depositi ascrivibili a questa formazione si rinvencono in sponda sinistra del F. Lambro al margine nord-orientale del Comune e in sponda destra del F. Lambro nel settore centro-settentrionale dell'area investigata.

Dal punto di vista idrogeologico, così come i depositi mindeliani, rivestono scarso interesse.

Fluvioglaciale Riss

Con tale denominazione si indicano i terreni costituenti i ripiani terrazzati piuttosto piatti ed uniformi, che si estendono con direzione nord-sud assottigliandosi verso la pianura. Essi occupano altimetricamente, una posizione intermedia tra i più alti depositi mindeliani a nord, ed il livello fondamentale della pianura; sono separati l'uno dall'altro, da una scarpata morfologica ripida, soprattutto nella parte settentrionale dell'area. Verso la pianura, il raccordo con il livello della pianura si realizza spesso mediante un piano inclinato talora impercettibile. Il fluvioglaciale rissiano è formato da ghiaie coperte da uno strato superficiale, con un contatto di tipo erosionale, limoso-argilloso di origine eolica.

I ciottoli, provenienti in massima parte dallo smantellamento di rocce cristalline, sono immersi in una matrice limoso-argillosa trasportata dalla superficie dalle acque di percolazione.

Nel territorio in esame questi depositi si rinvenivano lungo una fascia allungata di terreni, avente direzione NNW-SSE, su cui sorge una parte del centro di Carate.

Depositi morenici Wurmiani

È una delle formazioni arealmente meno estese dell'area. È presente in plaghe limitate e discontinue nell'estremità settentrionale del territorio comunale, costituite prevalentemente da argille grigio-giallastre con inglobanti ciottoli e massi calcarei ed arenacei, inalterati.

Fluvioglaciale Wurm

Denominato diluvium recente, comprende depositi di natura ghiaioso-sabbiosa-argillosa che costituiscono il livello centrale della pianura. Litologicamente è più vario dei depositi fluvioglaciali descritti in precedenza; è quasi costantemente presente uno strato di alterazione superficiale, di 30-70 cm di spessore, sovrastante la porzione inferiore costituita da ghiaia, argille e sabbia. Le ghiaie, più o meno sabbiose, prevalgono nella porzione settentrionale della Pianura Padana, cui fa parte l'area oggetto del presente studio, mentre procedendo verso sud si passa gradualmente ad una granulometria più fine sino ad arrivare a sabbie e limi con argille. La zona a ghiaie prevalenti è formata da ciottoli arrotondati di medie e grosse dimensioni mescolati con notevoli quantità di sabbia.

Lo spessore dei depositi è estremamente variabile nella litozona a ghiaie, caratterizzata da rapporti di tipo erosionale; in corrispondenza dei paleoalvei si raggiungono i 60-70 m, mentre spostandosi di poche decine di m si torna su valori medi di 20-30 metri.

Questa formazione si rinviene in corrispondenza del settore occidentale del territorio comunale, ed in alcuni lembi di varia estensione ubicati nei settori settentrionale e meridionale del comune.

Alluvioni recenti ed attuali

Si tratta dei depositi osservabili sul fondo dell'incisione del F. Lambro e di un suo affluente di sinistra, in lembi discontinui. Sono composti da sabbie, limi, ghiaie, con locali banchi torbosi. La pedogenesi è allo stadio iniziale ed il conseguente processo di brunificazione interessa uno strato di pochi centimetri.

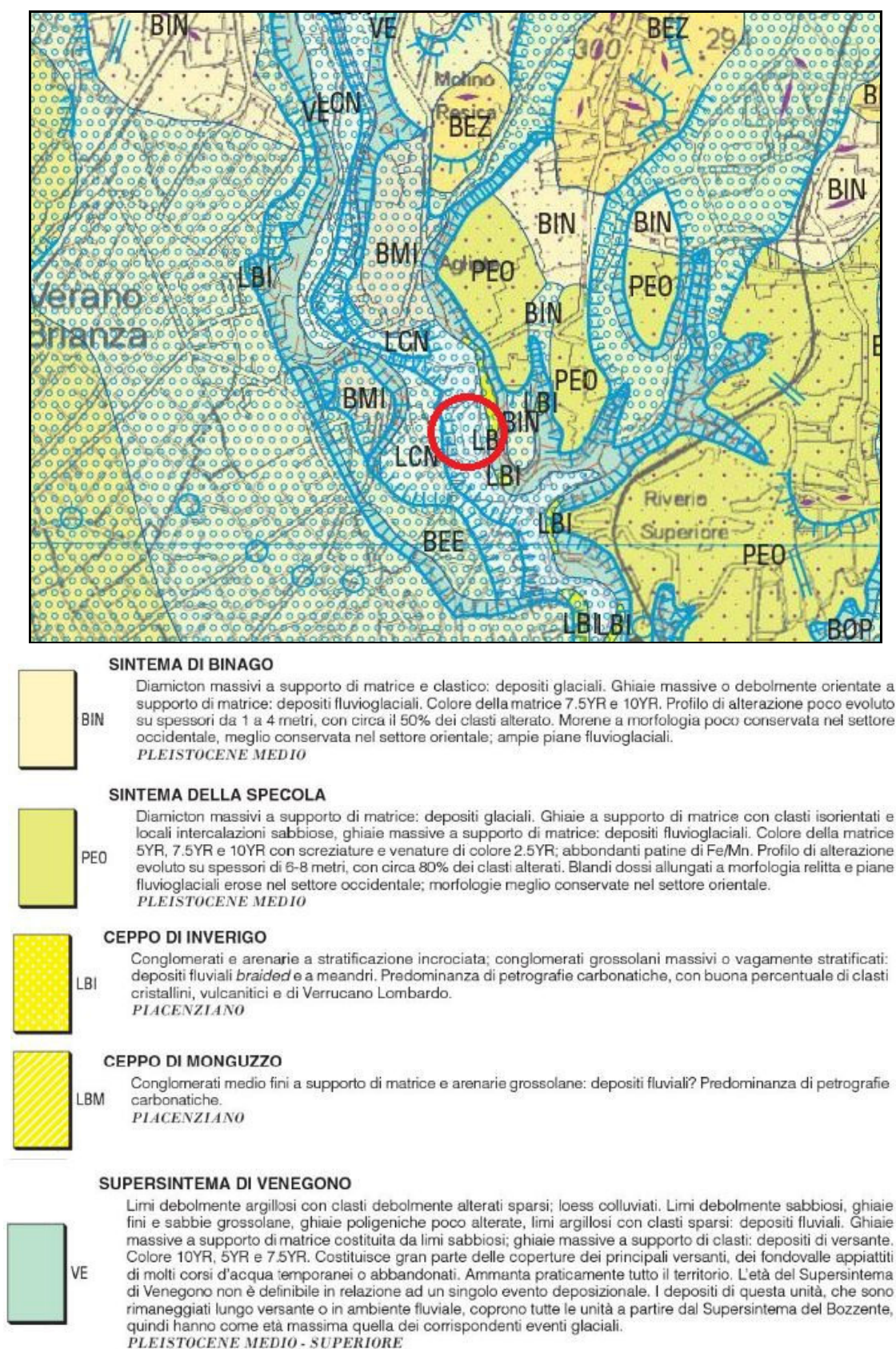


Figura 3: Stralcio dal foglio 96 Seregno della carta geologica d'Italia 1:50000 con relativa legenda.



Figura 4: Affioramento di “Ceppo” lungo la sponda sinistra del fiume Lambro (alcuni metri al di sopra dell’area di intervento).

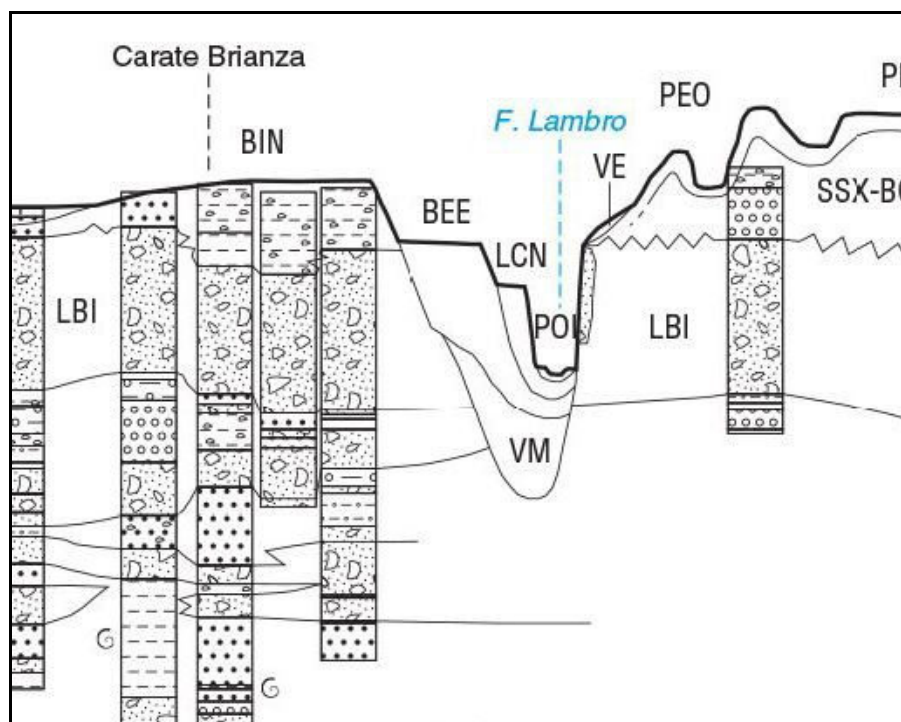


Figura 5: Stralcio di sezione geologica rappresentativa della situazione stratigrafica della zona d'intervento (dal foglio 96, Seregno, della carta geologica 1.50000).

3.3 Inquadramento idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico nel territorio comunale di Carate Brianza sono presenti i seguenti elementi di natura idrografica di seguito elencati:

- alveo scavato in roccia ma coperto in gran parte da accumuli di ciottoli lasciati alla fine di ogni piena, in cui il rapporto tra profondità e larghezza dell'alveo appare variabile lungo il proprio percorso all'interno del territorio comunale, ma avendosi sempre una prevalenza della prima grandezza (profondità) rispetto alla seconda (larghezza);
- vecchi canali derivatori a servizio dei mulini in disuso;

Diverse tipologie di difesa spondali quali:

- muro in cls;
- scogliera in massi ciclopici
- muro in pietrame e malta;
- aree di divagazione dei corsi d'acqua su base geomorfologica;
- aree di esondazione delimitate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po;

Per quanto riguarda la falda acquifera principale la soggiacenza, se si eccettua la tendenza alla diminuzione evidente nel settore nord-orientale, ma dovuta in parte alla presenza del fiume Lambro e delle relative variazioni di quota topografica, decresce verso sud e verso ovest, seppur in misura ridotta.

Si fa inoltre presente che non è concettualmente corretto correlare i valori di soggiacenza in sponda destra e sinistra del Lambro poiché riferiti a due ambiti idrogeologici differenti. In sponda destra infatti si sviluppa, in conseguenza della tipologia di depositi presenti, un classico acquifero multifalda, tipico delle zone di pianura s.s., con acquiferi dotati di una buona continuità laterale.

Nella zona collinare che si apre in sponda sinistra del Lambro, in relazione ai depositi ed ai litotipi presenti, si sviluppa una struttura idrogeologica caratterizzata dalla mancanza di sistemi porosi continui. Pertanto in quest'area, in analogia a quanto fatto per le isofreatiche, non è stato definito il valore della soggiacenza e questo non è stato correlato con quelli ottenuti in sponda destra.

L'elemento idrografico principale presente nell'area in esame è il fiume Lambro, che attraversa il territorio di Carate Brianza nella parte nord-orientale, con direzione NO-SE.

L'idrografia mostra un andamento tipico delle zone moreniche; infatti il corso principale solca pressoché da Nord a Sud gli allineamenti morenici con un tracciato assai incassato, entro ordini di terrazzi ben definiti, mentre i tributari sono caratterizzati da un andamento più irregolare.

Fa parziale eccezione il torrente Brovedolo che confluisce nel Fiume Lambro poco a valle del ponte della S.P. n. 6, dopo aver percorso un tratto fortemente incassato e con andamento piuttosto

regolare. Relativamente a quest'ultimo corso d'acqua si fa presente che lungo il suo percorso in territorio di Carate non si rinvenivano opere idrauliche significative o attraversamenti in grado di restringere notevolmente la sezione di deflusso. Non bisogna comunque sottovalutare le portate di piena di questo torrente poiché potrebbero generare fenomeni di erosione spondale in corrispondenza del punto di immissione nel Fiume Lambro.

Da un punto di vista strettamente morfologico, l'alveo del Lambro nell'attraversamento di Carate e quello del Torrente Brovedolo si inquadrano tra gli alvei scavati in roccia ma coperti in gran parte da accumuli di ciottoli lasciati alla fine di ogni piena.

Visto in sezione il rapporto tra profondità e larghezza dell'alveo appare variabile lungo il proprio percorso all'interno del territorio comunale, ma presentando sempre una prevalenza della prima grandezza (profondità) rispetto alla seconda (larghezza).

Quando un fiume, in un periodo di intense precipitazioni, non riesce più a convogliare nel suo letto tutta l'acqua di scorrimento superficiale, straripa invadendo la sua piana di inondazione.

Se, come accade lungo il corso del Lambro, la piana è soggetta ad un intenso utilizzo antropico, i danni che ne derivano sono ovviamente ingenti.

Inoltre la costruzione di case e di opere di difesa che costringano il fiume entro sedi troppo limitate e l'impermeabilizzazione di una grossa fetta di territorio col relativo aumento del deflusso superficiale verso il fiume, può causare un notevole irrigidimento del sistema idrografico e quindi anche una accentuazione degli eventi di piena che, a parità di precipitazioni, presentano portate al colmo sempre più elevate. Occorre inoltre notare che la capacità di erosione in questi momenti può essere molto elevata.

Nel tratto del Lambro compreso nel territorio di Carate Brianza, le scarpate occidentale e meridionale sono state rimodellate dall'azione antropica per la realizzazione di due strade e pertanto non presentano più l'originario profilo morfometrico. Le scarpate in sinistra del fiume Lambro, invece, piuttosto ripide e con altezze variabili dai 15 ai 30 metri, sono state oggetto di movimenti franosi in diversi punti e in differenti periodi.

A partire dagli eventi alluvionali dell'ottobre 1976 in questo tratto di valle il fiume Lambro è stato oggetto di consistenti interventi di difesa spondale (argini in cls, scogliere in massi ciclopici, rilevati in terra), che se da un lato riducono il rischio di esondazioni nelle zone edificate, dall'altro hanno praticamente ridotto le dimensioni dell'alveo ed eliminato le residue aree di espansione naturale rimaste.

La totale canalizzazione dell'alveo in questo tratto di valle comporta un aumento della velocità di deflusso delle acque ed un conseguente aumento dei fenomeni erosivi.

L'evento idrologico del settembre-ottobre 1993 ha accentuato ulteriormente i fenomeni di erosione spondale uniti a piccoli movimenti franosi sulla scarpata sinistra della valle.

Tali movimenti franosi sono dovuti in parte allo scalzamento al piede della scarpata, in parte alla circolazione ed alle emergenze di acque sotterranee nonché alla presenza di vegetazione arborea ad alto fusto con rapido accrescimento in stato di degrado (principalmente robinie).

In base alla situazione idrogeologica originale, le opere previste non modificano le caratteristiche degli acquiferi sotterranei dal punto di vista quantitativo e qualitativo.

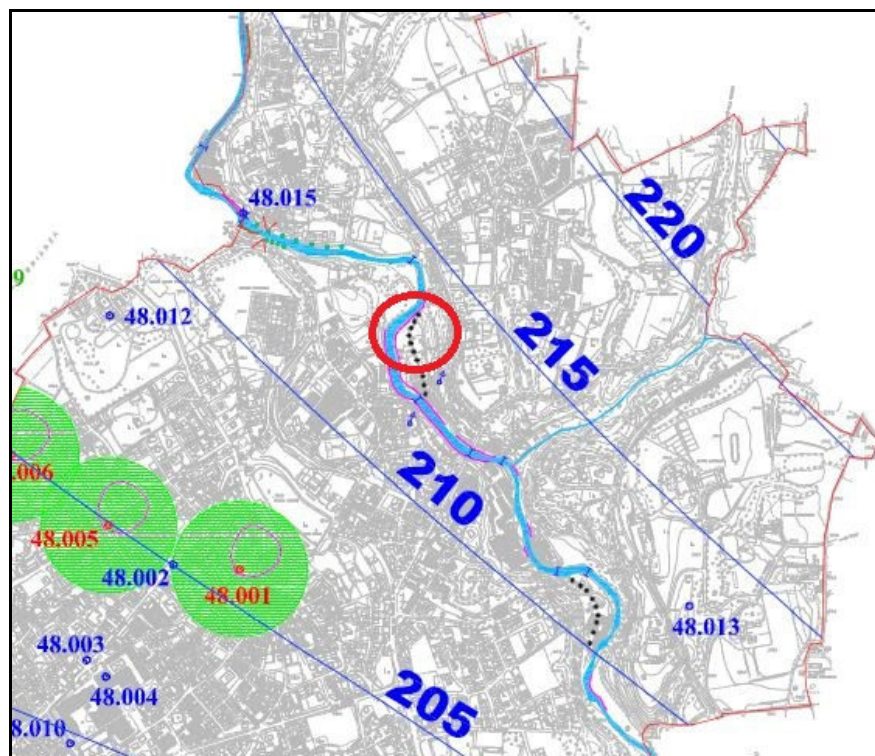


Figura 6: Stralcio della carta idrogeologica (Tavola 4) allegata al PGT del comune di Carate Brianza.

4. INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica di campagna è consistita in:

- esecuzione di n° 3 prove penetrometriche dinamica continua (S.C.P.T.);
- esecuzione di n° 1 stesa sismica con metodologia M.A.S.W. per la caratterizzazione sismica (vedi paragrafo successivo);
- prelievi di n. 3 campioni di terreno;

L'indagine geognostica di campagna è stata eseguita il più adiacente possibile all'area oggetto d'intervento compatibilmente all'accessibilità della stessa e alla presenza di impedimenti naturali (e/o antropici), e si è svolta secondo lo schema in figura 7.

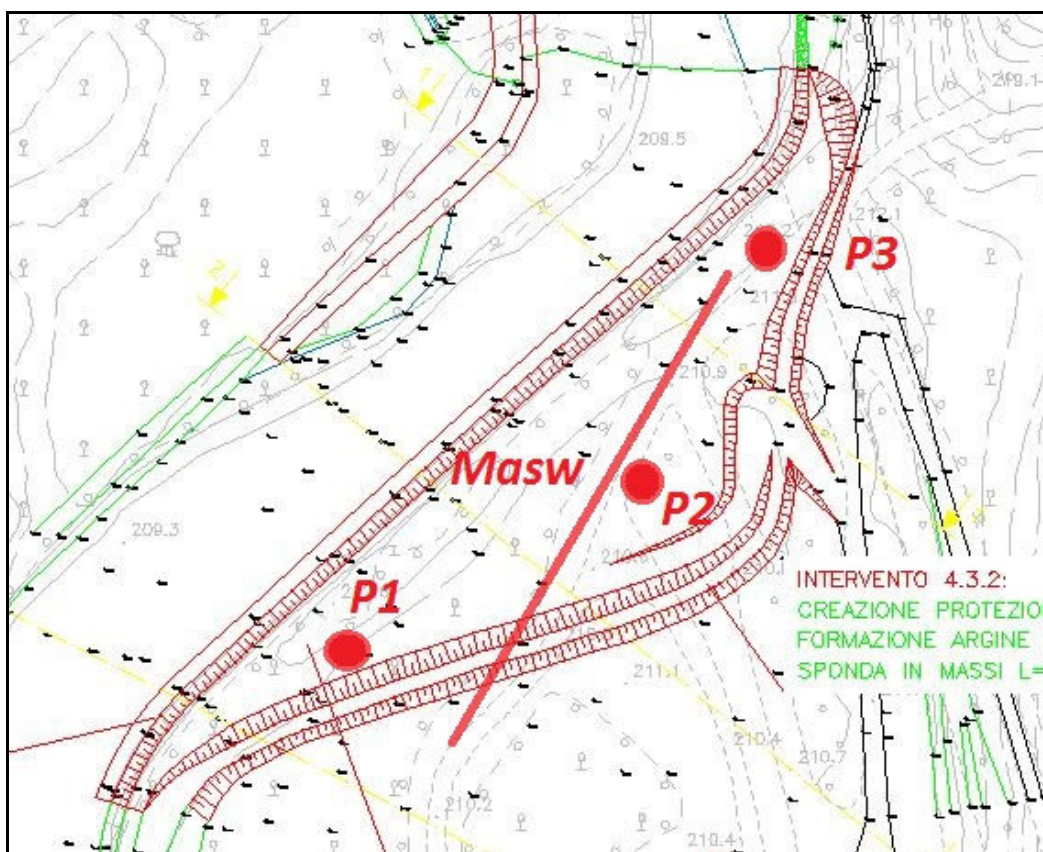


Figura 7: Ubicazione delle prove effettuate.

4.1 Prove penetrometriche dinamiche

Le prove penetrometriche sono state effettuate con Penetrometro Pagani TG 63-200 KN statico dinamico n° di matricola P000762 in assetto prova tipo DPSH (S. Heavy) secondo la normativa europea (ISSMFE) avente le caratteristiche di dettaglio sintetizzate nell'allegato DPSH – CARATTERISTICHE TECNICHE.

La prova penetrometrica dinamica consiste sostanzialmente nell'infissione nel terreno di una punta conica situata all'estremità di una batteria di aste, energizzata facendo cadere da un'altezza costante un maglio di peso standard. La misurazione del numero di colpi necessario all'avanzamento del sistema di aste di 20 cm, inserita in un programma di calcolo dedicato, fornisce uno degli elementi fondamentali per una corretta interpretazione geotecnica del sottosuolo.

Le prove sono state spinte fino ad una profondità massima di 6,20 m dal p.c. Le prove vengono normalmente spinte sino al raggiungimento dei livelli al di sotto del piano di fondazione previsto e/o comunque fino all'eventuale rifiuto (N spt maggiore di 50 colpi). In occasione di ogni prova viene verificato il livello di eventuali falde freatiche mediante freatimetro e/o misura diretta sulle aste di perforazione.

Nella tabella di seguito, viene riassunta la profondità massima raggiunta durante la prova:

N°. prova	Profondità max (m. da p.c.)	Profondità falda (m da p.c.)
P1	6,20	1,40
P2	1,20	n.p.
P3	6,20	1,20



Figura 8: Esecuzione prova penetrometrica P1.



Figura 9: Esecuzione prova penetrometrica P2.

4.2 Prelievo di campioni di terreno

Per il prelievo dei campioni si opera con macchina perforatrice modello Pagani TG 63-200 statico dinamico ed il campionamento è stato realizzato utilizzando apposito campionatore ad elica.

Il campionatore viene spinto sino al raggiungimento della profondità prevista,

I prelievi di campioni indisturbati sono stati realizzati per effettuare delle analisi granulometriche in laboratorio (secondo norme UNI 10006) necessarie per definire con precisione la granulometria del terreno prelevato e le diverse percentuali di ghiaia, sabbia, limo e argilla presenti nel terreno.

Questo tipo di analisi viene eseguita in laboratorio facendo passare il campione attraverso dei setacci di diversi millimetri che permettono di contenere le diverse granulometrie dei granuli.



CLASSIFICAZIONE A.G.I.		CLASSIFICAZIONE ASTM.	
Dimensioni granuli (mm)	Nome	Dimensioni granuli (mm)	Nome
>200	massi	>300	boulders
60÷200	ciottoli	75 + 300	cobbles
20 ÷ 60	ghiaia grossolana	19 + 75	coarse gravel
6 + 20	ghiaia media	4.75 + 19	fine gravel
2 + 6	ghiaia fine	2.00 + 4.75	coarse sand
0.6 + 2	sabbia grossolana	0.425 + 2.00	medium sand
0.2 + 0.6	sabbia media	0.075 + 0.425	fine sand
0.06+ 0.2	sabbia fine	<0.075	silt, clay
0.002 + 0.06	limo		
<0.002	argilla		

Figura 10: immagine di alcuni setacci e classificazione granulometrica in base alla dimensione dei granuli (in mm).

I campioni sono stati prelevati nella prossimità delle prove P1, P2 e P3 seguendo il seguente schema:

Codice identificativo del campione (vedi certificati)	Ubicazione prelievo	Quota di prelievo (m da p.c.)
Geotecnica 1 (rapporto 17151)	Sito C1 (adiacente prova P1)	- 1.00/-1.5 m da p.c.
Geotecnica 2 (rapporto 17152)	Sito C2 (adiacente prova P2)	- 1.00/-1.5 m da p.c.
Geotecnica 3 (rapporto 17153)	Sito C3 (adiacente prova P3)	- 1.00/-1.5 m da p.c..

Dalle analisi eseguite in laboratorio è emerso che i terreni si possono classificare nei seguenti gruppi secondo le norme UNI 10006 (tecnica di impiego delle terre):

- C1: **A4**
- C2: **A4**
- C3: **A1-b**

(AASHTO M 145-82)	Materiali granulari Passante al setaccio n. 200 (0,075 mm) uguale o minore del 35%							Materiali limosi e argillosi Passante al setaccio n. 200 superiore al 35%			
Gruppi di classificazione	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Analisi granulometrica % passante al setaccio n. 10 (2 mm) n. 40 (0,42 mm) n. 200 (0,075 mm)	50 max 30 max 15 max	— 50 max 25 max	— 51 min 10 max	— — 35 max	— — 35 max	— — 35 max	— — 35 max	— — 36 min	— — 36 min	— — 36 min	— — 36 min
Caratteristiche delle frazioni passanti al n. 40 Limite di liquidità W_L Indice di plasticità I_P	— 6 max	— 6 max	— N. P.	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min*
Tipi usuali dei materiali principali	Frammenti di roccia ghiaia e sabbia		Sabbia fine	Ghiaia limosa o argillosa e sabbia				Terre limose		Terre argillose	
Giudizio per impiego come sottofondo	Da eccellente a buono						Da buono a povero				
* L'indice di plasticità I_P del sottogruppo A-7-5 è uguale o minore del limite di liquidità $W_L - 30$, mentre per il sottogruppo A-7-6 I_P è maggiore del limite di liquidità $W_L - 30$.											

Figura 11: tabella riassuntiva della classificazione delle terre.

4.3 Indagine MASW

A completamento della campagna geognostica è stata eseguita n.1 indagine geofisica MASW finalizzata:

- alla misura diretta della velocità equivalente delle onde di taglio Vs30 e della relativa classificazione della categoria sismica di appartenenza dei terreni del sottosuolo;
- all'acquisizione di dati che contribuissero ad indagare sull'eventuale presenza di cavità sotterranee che fornissero maggiori informazioni sull'uniformità areale dei depositi presenti in situ .



Figura 12: Stendimento dei 24 geofoni per indagine MASW.

L'indagine MASW si è svolta in tre fasi: acquisizione delle onde superficiali (ground roll), costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Le prove MASW sono indispensabili per ricavare direttamente il parametro Vs30 (nb: comunque eventualmente calcolabile anche attraverso il parametro Nspt acquisito con le prove penetrometriche), richiesto dalla nuova normativa sismica, in maniera semplice ed decisamente affidabile. Tramite questa prova vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica. Poichè il parametro Vs30 è una sorta di media pesata delle velocità Vs dei primi 30 metri, l'utilizzo della tecnica MASW per ricavarlo è decisamente opportuno.

Le onde di superficie sono state generate con una mazza battente (sorgente sismica) da due punti di energizzazione e sono state registrate con 24 geofoni lungo uno stendimento di lunghezza di 48.0 m.

Il modello sismico monodimensionale (V_s -profondità) che si è ricavato costituisce l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche sulla pericolosità sismica di base (amplificazioni di natura litologica).

I risultati dell'indagine MASW sono riportati per esteso nel pertinente allegato.

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

La classificazione sismica del territorio nazionale e le normative tecniche per le costruzioni in zona sismica sono regolate dalle norme contenute nella O.P.C.M. n. 3274/2003 del 23.03.2003, pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 Maggio 2003.

In tale quadro il comune di Carate Brianza ricade in zona sismica 4:

<i>Zona sismica</i>	<i>Fenomeni riscontrati</i>	<i>Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni</i>
1	Zona con pericolosità sismica alta . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche è la pericolosità sismica di base" del sito. La sismicità di base del sito è definibile in funzione del valore assunto dall'accelerazione massima attesa a_g su suolo rigido con superficie topografica orizzontale per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Ai fini delle Nuove Norme Tecniche (NTC) le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

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

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base " del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Sulla base dei dati direttamente acquisiti in campagna tramite la prova MASW ($V_{s,30} = 507$ m/s), il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo B secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2008.


Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

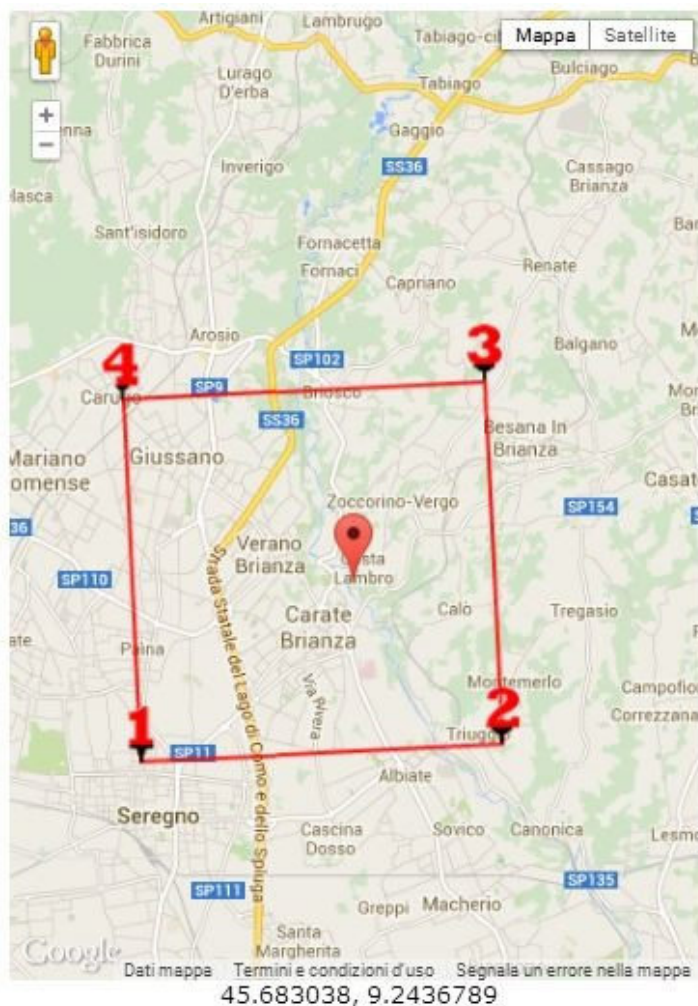
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$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

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
 B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

La V_n (Vita nominale) attesa dell'edificio: $V_n = 50$ anni (informazione standard di Legge in assenza altre indicazioni). I dati sono stati processati con il software Geostru dedicato per la determinazione dei parametri sismici corretti. Vengono di seguito riportati i valori calcolati.

Cerca Posizione		Determinazione dei parametri sismici	
Via	per costa n°	(1)* Coordinate WGS84	
Comune	carate brianza Cap	Lat. 45,683038 ° Long. 9,2436787 °	
Provincia	MB Cerca	(1)* Coordinate ED50	
Coordinate WGS84		Lat. 45,683966 ° Long. 9,244741 °	
Latitudine	°	Classe dell'edificio	
Longitudine	° Cerca	II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubblici	Cu = 1
Isole	-- Seleziona --	Vita nominale	50
		(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	
		Interpolazione	Media ponderata
			Calcola



☒ Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0,018	2,565	0,159
Danno (SLD)	50	0,024	2,542	0,187
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,051	2,627	0,278
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,062	2,657	0,297
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☒ Muri di sostegno
 ☐ Paratie

☐ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,20	1,20	1,20	1,20
Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
Cc *	1,59	1,54	1,42	1,40
Coeff. funz categoria	1,59	1,54	1,42	1,40
St *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]	<input type="text" value="0.6"/>			

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,004	0,005	0,011	0,013
kv	0,002	0,003	0,005	0,007
Amax [m/s²]	0,217	0,278	0,595	0,725
Beta	0,180	0,180	0,180	0,180

Calcola

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

6. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

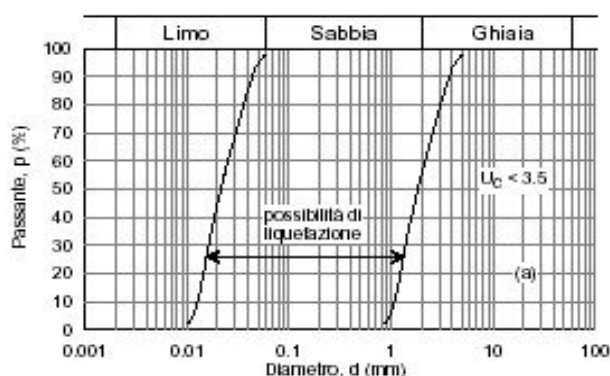
Le caratteristiche granulometriche dei terreni investigati escludono questa ipotesi in quanto gli stessi mostrano granulometrie solo parzialmente sabbiose ma eterogenee, e comunque non riferibili a fusi granulometrici critici, si esclude quindi a priori ogni criticità: pertanto le caratteristiche dell'area rispetto a questa problematica rientrano nelle circostanze espresse ai punti 4 (non sono sabbie pulite) e 5 (non ricadono interamente nel fuso granulometrico critico) delle NTC, capitolo 7.11.3.4.2 "Esclusione della verifica a liquefazione". In ottemperanza alle NTC i terreni interessati non rientrano in quelli soggetti a liquefazione, pertanto è lecito omettere tale verifica.

Vengono di seguito riportate le condizioni di Legge previste:

7.11.3.4.2 *Esclusione della verifica a liquefazione*

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

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



7. MODELLO GEOTECNICO

I dati acquisiti sono stati elaborati con l'ausilio del software di calcolo dedicato Fondazio per Windows (versione 6.55 del 2012) al fine di caratterizzare e parametrizzare gli aspetti geotecnici del sottosuolo investigato.

Si rinvia alle tabelle allegate per la ricostruzione di dettaglio del modello geotecnico del sottosuolo stesso.

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisicomeccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico (da NTC – D.M. 14/01/2008).

Sulla base dei dati ottenuti dalle prove geognostiche, il terreno investigato può essere schematicamente suddiviso (NB: riferimento piano campagna), dal punto di vista geotecnico, in due livelli stratigrafici aventi le caratteristiche geotecniche principali di seguito indicate.

Secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche, tali parametri meccanici devono essere trattati in maniera statistica, adottando valori a cui sia associata una probabilità di superamento non superiore a 5% (2.3 – NTC2008), ottenendo parametri definiti "caratteristici".

Esempio: Φ_{nominale} (da prove) = Φ_k (caratteristico)

<i>Ipotesi stratigrafica</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Nspt di riferim. (*)</i>	<i>DR (%) (*)</i>	<i>\emptyset (°) (*)</i>	<i>γ_s (T/m3) (*)</i>	<i>γ (T/m3) (*)</i>	<i>Cu (kPa) (*)</i>
Strato A	Da 0.0 a 1.40 circa	4	15	27	1,87	1,39	0
Strato B	Da circa 1.40 a 6.20 circa	22	53	34	2,00	1,61	0

dove:

NSPT = numero di colpi SPT correlati

(*) = vengono assunti cautelativamente come riferimento i valori medi minimi della campagna effettuata

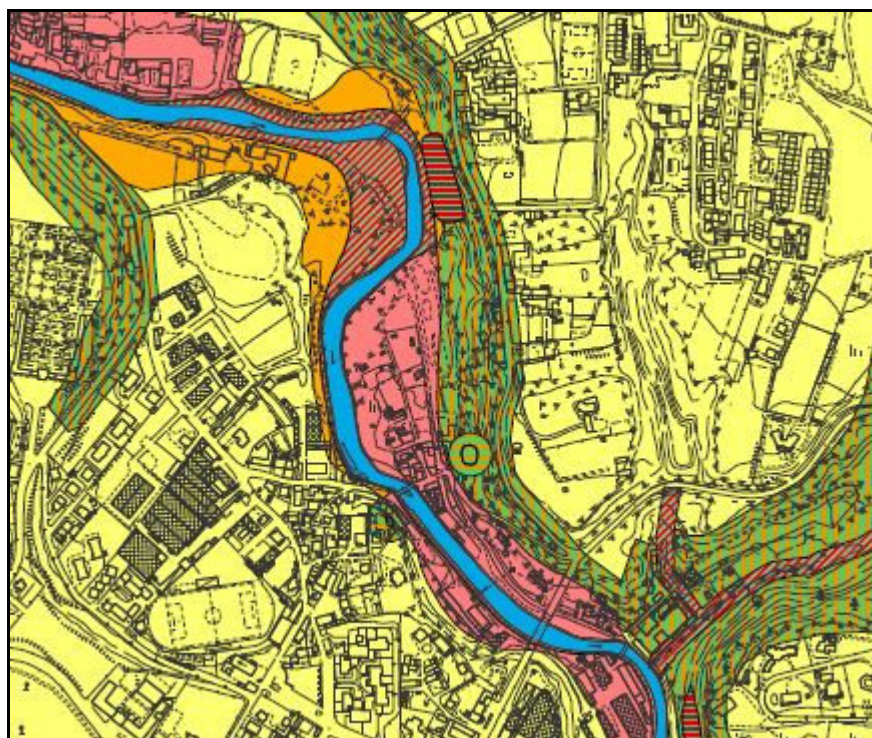
γ (T/m3) = peso di volume del terreno

γ_s (T/m3) = peso di volume saturo del terreno

\emptyset (°) = angolo di attrito efficace

Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

8. VINCOLI E FATTIBILITA' GEOLOGICA NELLA ZONA D'INTERVENTO.



Legenda

- LIMITI AMMINISTRATIVI DI CARATE BRIANZA
- FIUME LAMBRO

Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano

CLASSI E SOTTOCLASSI:

- 4a - aree di fascia A del PAI (art. 29 N.d.A. del PAI), aree di fascia B del PAI all'interno dei centri edificati (art. 30 N.d.A. del PAI), territori di fascia C del PAI delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C" (art. 30 N.d.A. del PAI), Zona B-Pr "a rischio idrogeologico molto elevato nel reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura" (art. 51 N.d.A. del PAI)
- 4b - fasce di rispetto del reticolo idrico (principale: F. Lambro, corrispondente alla Fascia A del PAI – minore: 10 m)
- 4c - aree di franosità attiva, di instabilità potenziale e di erosione superficiale
- 3a - aree di fascia B del PAI all'esterno dei centri edificati (artt. 30, 38, 38-bis, 38-ter, 39, 41 N.d.A. del PAI), aree di fascia C del PAI (art. 31 N.d.A. del PAI)
- 3b - aree di scarpata principale (20 m a monte del ciglio della scarpata principale e 20 m dai piedi della scarpata principale), orlo di terrazzo (art. 51 N.d.A. del PTCP)
- 3c - area soggetta a bonifica ambientale
- 3d - aree di tutela ambientale, circostante il bene di interesse geologico "Grotte di Realdino" (art. 52 N.d.A. del PTCP)
- 2 - intero territorio Comunale

Figura 13: Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano (Tavola 10 PGT).

Come da PGT del Comune di Carate Brianza (componente geologica, idrogeologica e sismica DGR 8/7374/08) il quadro relativo alla situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica del territorio comunale è suddiviso nelle seguenti 4 classi di fattibilità geologica delle azioni di piano.

Queste classi, distinte in funzione delle loro caratteristiche di propensione al dissesto idrogeologico ed alle condizioni di edificabilità, sono le seguenti:

- CLASSE 1 - FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI
- CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI
- CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI
- CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI.

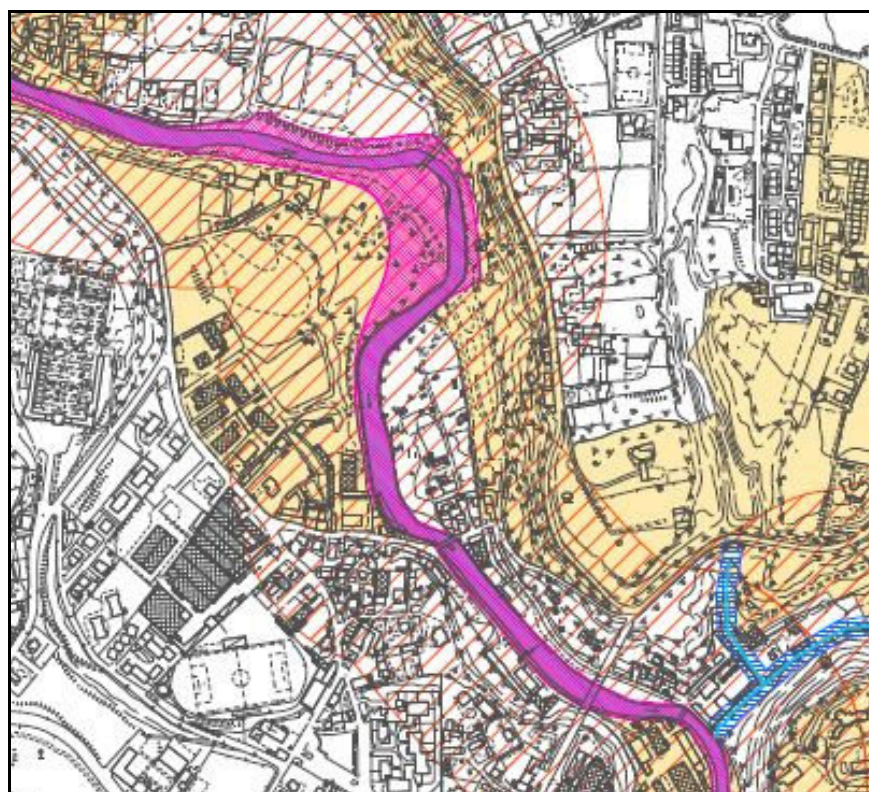
Questa zonizzazione geologica del territorio comunale in merito all'edificabilità ha come finalità quella di fornire indicazioni, in merito ad attitudini e vincoli, per la formulazione delle proposte di pianificazione e pertanto precede le proposte urbanistiche relative alla definizione delle aree di possibile espansione. In funzione delle proposte di piano, dovranno essere definite in termini più puntuali, a scala di piano, le condizioni di fattibilità geologica e geotecnica delle opere previste, considerando l'individuazione delle attitudini e delle limitazioni connesse alle caratteristiche del sottosuolo, nonché le prescrizioni tecniche che costituiscono parte integrante delle norme attuative del piano.

Inoltre conformemente alle indicazioni contenute nella citata D.G.R. 28 maggio 2008 - n. 8/7374, il territorio comunale di Carate Brianza è stato suddiviso in aree alle quali è stata attribuita una classe di fattibilità, finalizzata alla pianificazione territoriale. Premesso che la definizione della componente sismica non modifica le classi di fattibilità individuate sulla base degli altri elementi, sulla base dello studio geologico complessivo sono quindi assegnate:

- classe di fattibilità geologica "3b", all'ambito connesso alla presenza di orlo di terrazzo e di scarpate (fascia di 20 m a monte del ciglio delle principali scarpate e fascia di 20 m a partire dalla base delle principali scarpate), in quanto gli studi condotti "non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso delle particelle";
- classe di fattibilità geologica "3c", non contemplata nella Tabella 1 dei citati criteri, all'area soggetta a bonifica ambientale già identificata dal PTCP;
- classe di fattibilità geologica "3d", non contemplata nella Tabella 1 dei citati criteri, all'area di tutela ambientale circostante il bene geologico "Grotte di Realdino";
- classe di fattibilità geologica "2", diversa rispetto a quella indicata nella Tabella 1 dei citati criteri, all'ambito connesso alle aree con scadenti caratteristiche geotecniche, per i quali si prescrive di realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico preliminarmente alla realizzazione di qualsiasi opera civile o di infrastrutture pubbliche, in quanto "sono state

riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa”;

- altre classi, conformemente a quanto indicato nella Tabella 1 dei citati criteri cui sono applicabili le Norme Geologiche di Attuazione.



Legenda

- LIMITI AMMINISTRATIVI DI CARATE BRIANZA
- RETICOLO IDRICO MINORE DI COMPETENZA COMUNALE
- RETICOLO IDRICO PRINCIPALE (FIUME LAMBRO)

Vincoli di polizia idraulica

- FASCE DI RISPETTO ATTORNO AL RETICOLO IDRICO PRINCIPALE
- FASCE DI RISPETTO ATTORNO AL RETICOLO IDRICO MINORE
- FASCIA DI TUTELA PAESAGGISTICA DI 150 m (LIMITE GEOMETRICO) DALLE SPONDE O PIEDI DEGLI ARGINI DEL F. LAMBRO E DEL T. BROVEDOLO (ai sensi D.Lgs. 490/99, art. 146 - comma 1 - lett. c)
- VINCOLO IDROGEOLOGICO (ai sensi R.D. 3267/1923)

Figura 14: Carta dei vincoli idrogeologici (Tavola 7b PGT).

Vista la situazione di dissesto idrogeologico presente lungo il corso del Fiume Lambro, ma più in generale della maggior parte dei corsi d'acqua del bacino padano, l'Autorità di Bacino del Fiume Po, rispondendo a precisi obblighi di legge (L. 183/89), ha provveduto alla delimitazione di una serie di aree lungo i principali corsi d'acqua, caratterizzate da un diverso grado di pericolo di esondazione.

Alla determinazione delle suddette fasce, denominate con le lettere A, B, C (vedi oltre), si è giunti mediante la definizione dei seguenti elementi:

- portate di piena con diversi tempi di ritorno, ricavate tramite l'impiego di modelli probabilistici, di trasformazione afflussi-deflussi e di regionalizzazione dell'informazione idrologica;
- profili liquidi in condizioni di piena. Tali profili vengono individuati con modelli di calcolo opportunamente scelti tenendo conto del livello di dettaglio dei dati geometrici (sezioni trasversali e planimetrie) e idraulici (scabrezza) dell'alveo disponibili, nonché delle caratteristiche di opere e manufatti presenti nel corso d'acqua.

In questo modo, utilizzando come piena di riferimento quella con tempo di ritorno (TR) di 200 anni e determinato il livello idrico corrispondente, sono state, come detto, individuate, lungo l'alveo fluviale e parte del territorio limitrofo le seguenti fasce, così come definite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po:

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena. Fissato in 200 anni il tempo di ritorno (TR) della piena di riferimento e determinato il livello idrico corrispondente, si assume come delimitazione convenzionale della fascia la porzione dove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s (criterio prevalente nei corsi d'acqua mono o pluricursali come è il Lambro nell'attraversamento di Carate).
- Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento (TR 200 anni) ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.
- 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 quelli di riferimento, e cioè la massima piena storicamente registrata, se corrisponde a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni.

Nelle norme di attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, oltre ai sopra esposti metodi di delimitazione delle fasce fluviali, sono indicate una serie di prescrizioni tecniche inerenti le attività che sono permesse e/o vietate nelle singole fasce.

Rimandando, per maggiori delucidazioni alle suddette norme, si ricorda che nella fascia A sono, tra l'altro, vietate:

- le attività di trasformazione dello stato dei luoghi che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio;
- l'installazione di impianti di smaltimento rifiuti incluse qualsiasi discarica.

Sono di contro permesse quelle attività volte al miglioramento dell'efficienza idraulica, così come i depositi temporanei di materiali di cave autorizzate ed in genere le occupazioni temporanee che non riducono la capacità di portata dell'alveo.

Nella fascia B sono, tra l'altro, vietati:

- interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso;
- l'installazione di impianti di smaltimento rifiuti incluse qualsiasi discarica.

Sono di contro permesse quelle attività volte al miglioramento dell'efficienza idraulica (argini, casse di espansione ecc.), gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati, così come i depositi temporanei di materiali di cave autorizzate ed in genere le occupazioni temporanee che non riducono la capacità di portata dell'alveo.

Nella fascia C gli interventi sono invece volti ad integrare il livello di sicurezza delle popolazioni residenti, mediante la predisposizione da parte delle Autorità competenti di Programmi di previsione e prevenzione e di adeguati Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del territorio ricadente in questa fascia.

In questo quadro normativo e stando alle regole delle azioni di piano l'area interessata dal progetto si trova in classe di fattibilità geologica 4 (fattibilità con gravi limitazioni), ma ricade nella fascia C delle fasce fluviali. Il progetto in esame è quindi congruo ed idoneo alle condizioni del sito dal momento che sono permesse attività volte al miglioramento dell'efficienza idraulica (argini, casse di espansione ecc.) e gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati, inoltre le opere previste non modificano le caratteristiche degli acquiferi sotterranei dal punto di vista quantitativo e qualitativo.

9. CONCLUSIONI

Nello svolgimento dell'incarico, il cui prodotto finale è la seguente relazione, si sono accertate le condizioni geotecniche del sito indagato.

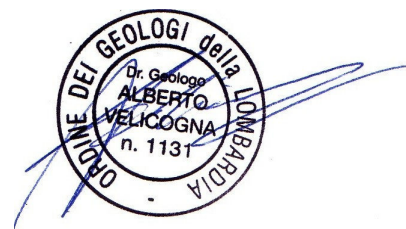
Da un punto geologico-geotecnico, le risultanze principali sono le seguenti:

- I terreni indagati sono di natura alluvionale, fluvio-glaciale ed antropica e risultano mediamente addensati. Si rinvia alle tabelle allegate per l'analisi di dettaglio del sottosuolo stesso.
- I terreni con migliori caratteristiche geotecniche si riscontrano ad una profondità di circa 1,5 metri da piano campagna.
- Le caratteristiche sismiche e quindi di risposta del sito agli eventuali eventi sismici sono quelle attese per siti analoghi;
- Dalle analisi granulometriche effettuate sui campioni prelevati nelle tre diverse aree è emerso che il terreno in prossimità della sponda in cls (zona carrabile) è composto da riporti grossolani in matrice sabbiosa, mentre in prossimità delle "installazioni agricole" (orti recintati) è composto da terre limose (probabilmente ascrivibili a terreni di origine naturale).
- L'area interessata dal progetto si trova in classe di fattibilità geologica 4 (fattibilità con gravi limitazioni), ma ricade nella fascia C delle fasce fluviali. Il progetto in esame è quindi congruo ed idoneo alle condizioni del sito dal momento che sono permesse attività volte al miglioramento dell'efficienza idraulica (argini, casse di espansione ecc.) e gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati, inoltre le opere previste non modificano le caratteristiche degli acquiferi sotterranei dal punto di vista quantitativo e qualitativo.
- Si ritiene che in fase esecutiva, particolare attenzione dovrà essere recepita dal progettista al fine di garantire l'impermeabilità della superficie dell'area golenare.

Sulla base delle indagini effettuate e dei risultati analitici interpretativi, nel rispetto dei dati di caratterizzazione sopra riportati, da un punto di vista strettamente geologico, geomorfologico, geotecnico e idrogeologico, l'ipotesi strutturale di progetto appare congruente, idonea e migliorativa alle condizioni del sito.

Seriate, 25 Luglio 2014

Dott. Alberto Velicogna



BIBLIOGRAFIA

- Brinch-Hansen, J. [1970] "A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity" The Danish Geotechnical Institute, Bull. n.28, Copenhagen.
- Burland, J.B. e Burbidge, M.C. (1984) "Settlement of Foundations on Sand and Gravel", Glasgow and West of Schotland Association, Centenary Literature
- Per la cartografia: <http://www.isprambiente.gov.it> (cartografia geologica)
<http://www.cartografia.regione.lombardia.it/geoportale> (cartografia tecnica)
- PGT comune di Carate Brianza (MB)

ALLEGATI

- Caratteristiche penetrometro
- Resistenze all'avanzamento riscontrate
- Parametri geotecnici terreno
- Risultati indagine Masw
- Certificati classificazione granulometrica terreni

CARATTERISTICHE PENETROMETRO PAGANI TG 63-200

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : **DPSH (S. Heavy)**

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,91 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN

riferimento

1**020-2014**Committente: **Parco della Valle del Lambro (dipartimento riqualificazione fluviale)**U.M.: **MPa**Data esec.: **15/07/2014**Cantiere: **sponda sinistra fiume Lambro (via per costa)**Pagina: **1**Località: **Carate Brianza (MB)**

Elaborato:

Falda: **-1,40 m** da p.c.

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m ²
0,20	1	1		0,7					
0,40	1	4		2,9					
0,60	2	2		1,5					
0,80	2	2		1,5					
1,00	2	3		2,0					
1,20	2	2		1,4					
1,40	2	12		8,1					
1,60	3	15		10,2					
1,80	3	15		10,2					
2,00	3	12		7,6					
2,20	3	12		7,6					
2,40	3	16		10,1					
2,60	4	14		8,8					
2,80	4	7		4,4					
3,00	4	6		3,5					
3,20	4	8		4,7					
3,40	4	28		16,5					
3,60	5	19		11,2					
3,80	5	13		7,7					
4,00	5	12		6,7					
4,20	5	12		6,7					
4,40	5	17		9,4					
4,60	6	16		8,9					
4,80	6	17		9,4					
5,00	6	14		7,3					
5,20	6	16		8,4					
5,40	6	18		9,4					
5,60	7	18		9,4					
5,80	7	16		8,4					
6,00	7	15		7,4					
6,20	7	17		8,4					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

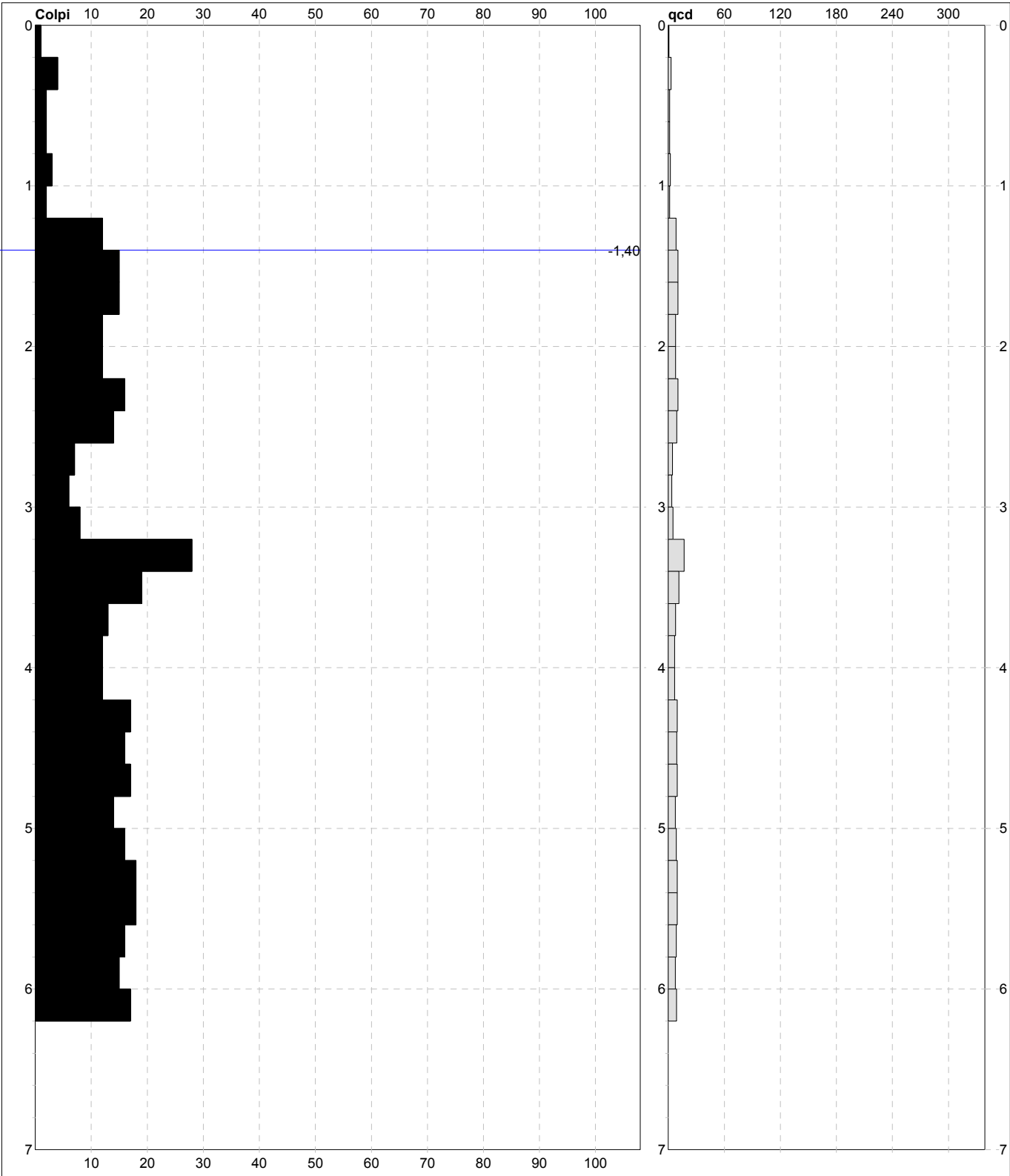
Asta = numero di asta impiegata

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio: xxxxxx

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA	DIN	1
	riferimento	020-2014

Committente: Parco della Valle del Lambro (dipartimento riqualificazione fluviale)	U.M.: MPa	Data eseg.: 15/07/2014
Cantiere: sponda sinistra fiume Lambro (via per costa)	Scala: 1:35	
Località: Carate Brianza (MB)	Pagina: 1	
	Elaborato:	Falda: -1,40 m da p.c.



Responsabile: Dr. Geol. Alberto Velicogna	Corr.astine: kN/ml	Preforo: m
Assistente:	Cod.ISTAT: 0	Lo sperimentatore:
		Il direttore laboratorio: xxxxxx

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

DIN

riferimento

2**020-2014**Committente: **Parco della Valle del Lambro (dipartimento riqualificazione fluviale)**U.M.: **MPa**

Data esec.: 15/07/2014

Cantiere: **sponda sinistra fiume Lambro (via per costa)**

Pagina: 1

Località: **Carate Brianza (MB)**

Elaborato:

Falda: Non rilevata

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m ²
0,20	1	1		0,7					
0,40	1	5		3,6					
0,60	2	14		10,2					
0,80	2	10		7,3					
1,00	2	18		12,2					
1,20	2	36		24,4					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

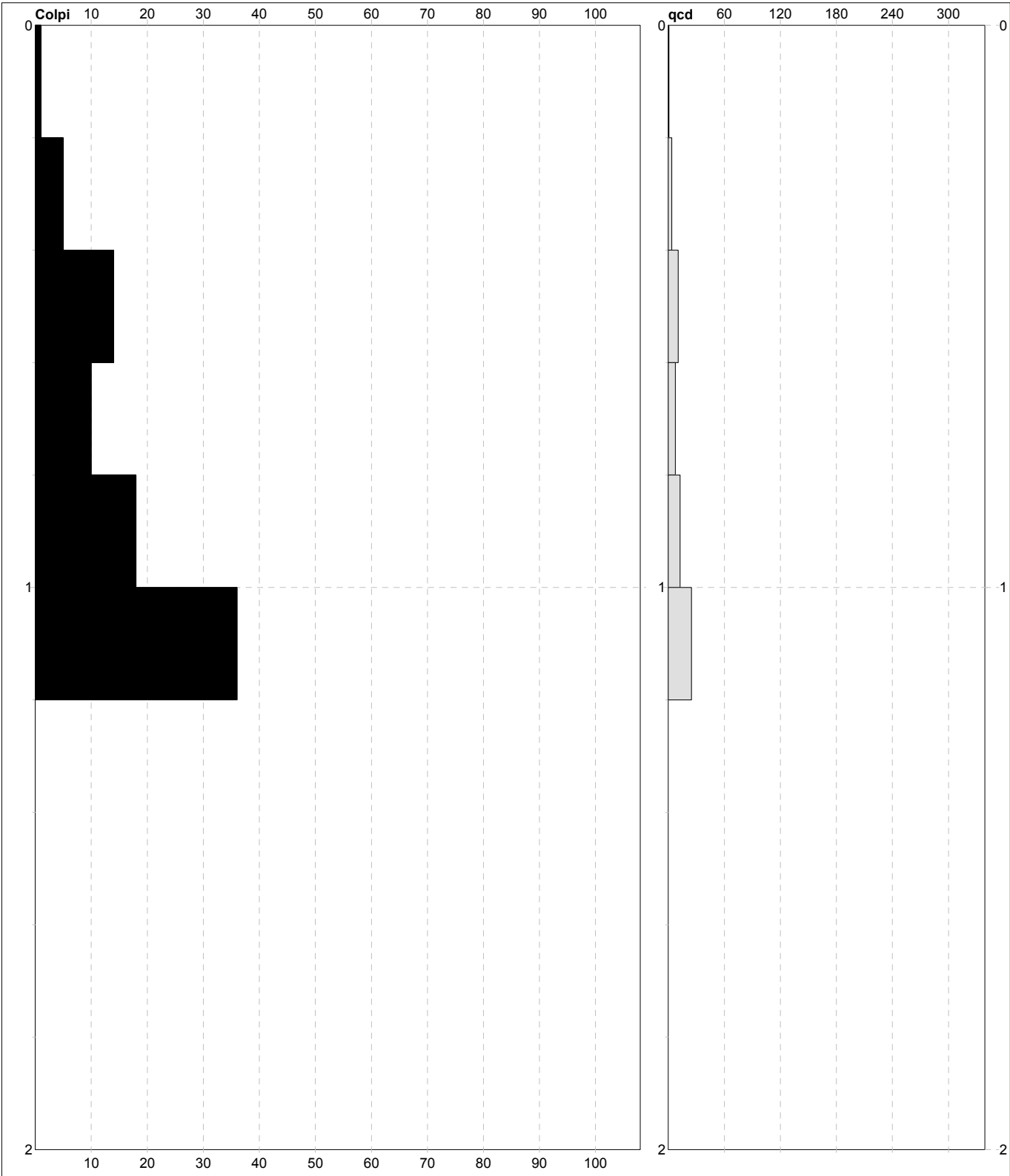
Asta = numero di asta impiegata

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio: xxxxxx

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA	DIN	2
	riferimento	020-2014

Committente: Parco della Valle del Lambro (dipartimento riqualificazione fluviale)	U.M.: MPa	Data eseg.: 15/07/2014
Cantiere: sponda sinistra fiume Lambro (via per costa)	Scala: 1:10	
Località: Carate Brianza (MB)	Pagina: 1	
	Elaborato:	Falda: Non rilevata



Responsabile: Dr. Geol. Alberto Velicogna	Corr.astine: kN/ml	Preforo: m
Assistente:	Cod.ISTAT: 0	Lo sperimentatore:
		Il direttore laboratorio: xxxxxx

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	2
	riferimento	020-2014

Committente: Parco della Valle del Lambro (dipartimento riqualificazione fluviale)	U.M.: MPa	Data esec.: 15/07/2014
Cantiere: sponda sinistra fiume Lambro (via per costa)	Pagina: 1	Falda: Non rilevata
Località: Carate Brianza (MB)	Elaborato:	

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp MPa	qc MPa	Vs m/sec	G MPa	Q MPa	natura	descrizione
1	0,00 : 0,40	Media	3	1,52	5	0,2.28	0,2.28	72	43	1,12	Granulare	
2	0,40 : 1,00	Media	14	1,52	21	1,0.31	1,0.64	118	137	5,05	Granulare	
3	1,00 : 1,20	Media	36	1,52	55	2,5.37	2,5.37	166	296	12,43	Granulare	

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kPa	Ysat t/m³	W %	e -	Mo MPa	Dr %	ø °	E' MPa	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo MPa	Liq. -
1	0,00 : 0,40	5	---	---	---	---	---	18	28	2,35	1,88	1,41	1,30	---
2	0,40 : 1,00	21	---	---	---	---	---	52	33	3,60	2,00	1,60	3,07	---
3	1,00 : 1,20	55	---	---	---	---	---	87	42	6,28	2,16	1,87	6,03	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN

riferimento

3**020-2014**Committente: **Parco della Valle del Lambro (dipartimento riqualificazione fluviale)**U.M.: **MPa**Data esec.: **15/07/2014**Cantiere: **sponda sinistra fiume Lambro (via per costa)**Pagina: **1**Località: **Carate Brianza (MB)**

Elaborato:

Falda: **-1,20 m** da p.c.

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m ²
0,20	1	4		2,9					
0,40	1	4		2,9					
0,60	2	13		9,5					
0,80	2	8		5,8					
1,00	2	10		6,8					
1,20	2	4		2,7					
1,40	2	7		4,7					
1,60	3	17		11,5					
1,80	3	29		19,6					
2,00	3	33		20,8					
2,20	3	35		22,1					
2,40	3	28		17,7					
2,60	4	30		18,9					
2,80	4	19		12,0					
3,00	4	10		5,9					
3,20	4	17		10,0					
3,40	4	15		8,9					
3,60	5	18		10,6					
3,80	5	11		6,5					
4,00	5	9		5,0					
4,20	5	11		6,1					
4,40	5	16		8,9					
4,60	6	6		3,3					
4,80	6	4		2,2					
5,00	6	5		2,6					
5,20	6	4		2,1					
5,40	6	9		4,7					
5,60	7	16		8,4					
5,80	7	18		9,4					
6,00	7	27		13,4					
6,20	7	26		12,9					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

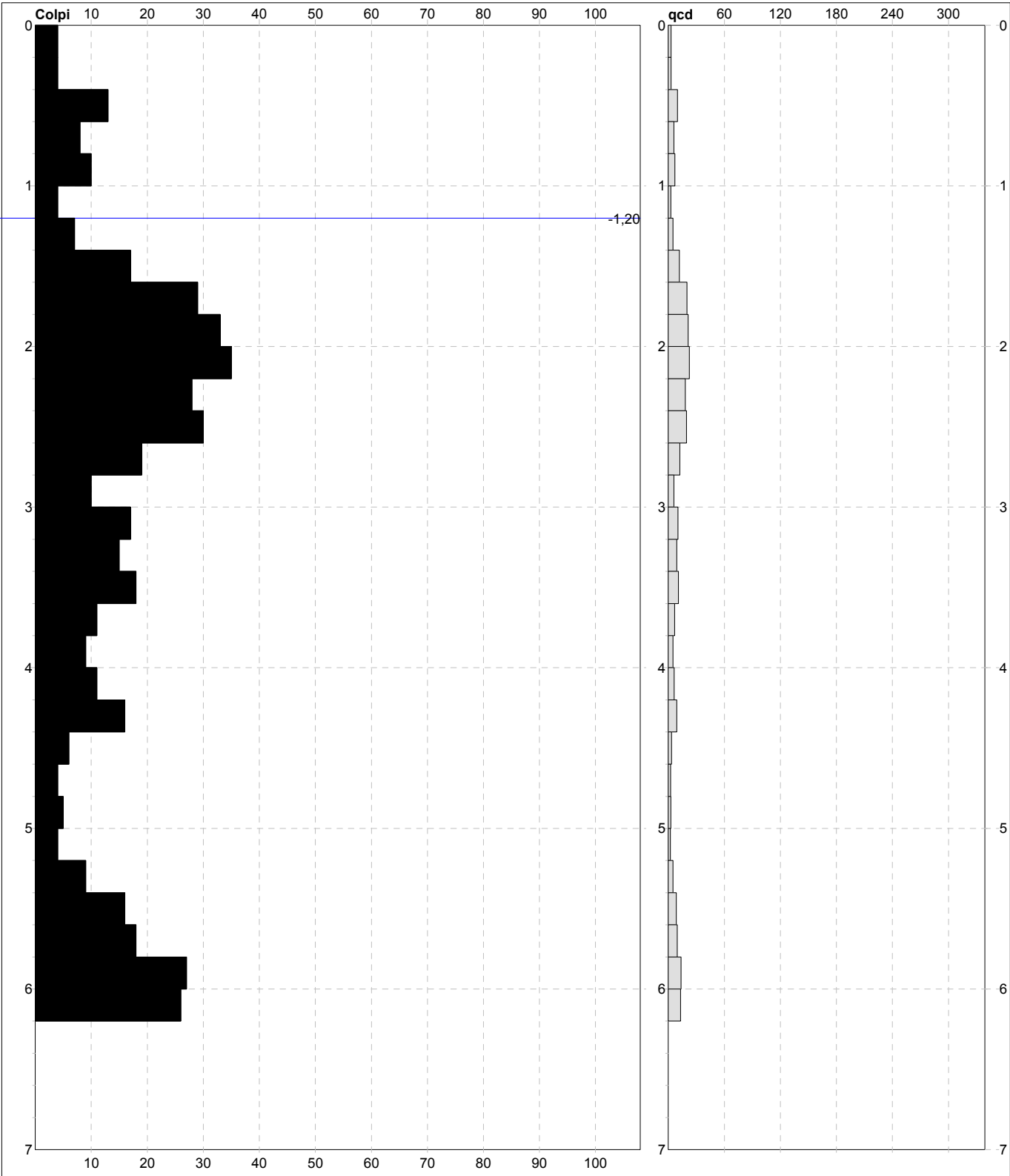
Asta = numero di asta impiegata

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio: xxxxxx

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA	DIN	3
	riferimento	020-2014

Committente: Parco della Valle del Lambro (dipartimento riqualificazione fluviale)	U.M.: MPa	Data esec.: 15/07/2014
Cantiere: sponda sinistra fiume Lambro (via per costa)	Scala: 1:35	
Località: Carate Brianza (MB)	Pagina: 1	
	Elaborato:	Falda: -1,20 m da p.c.



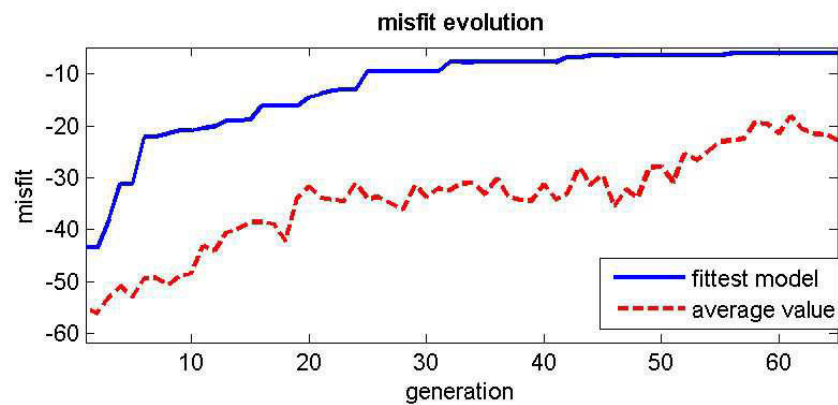
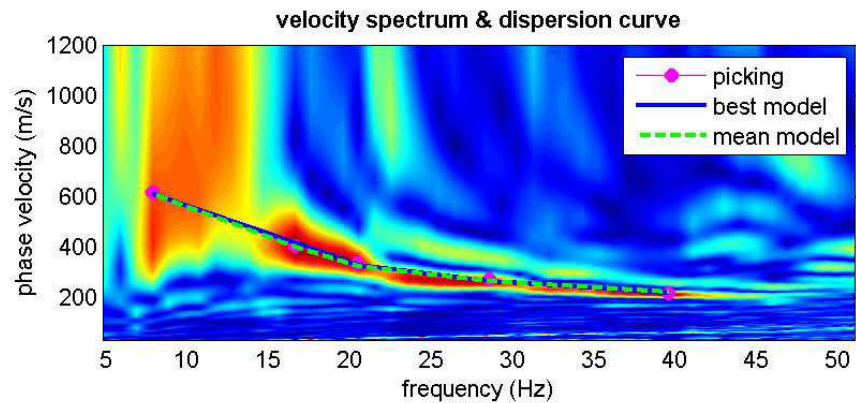
Responsabile: Dr. Geol. Alberto Velicogna	Corr.astine: kN/ml	Preforo: m
Assistente:	Cod.ISTAT: 0	Lo sperimentatore:
		Il direttore laboratorio: xxxxxx

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	3
	riferimento	020-2014

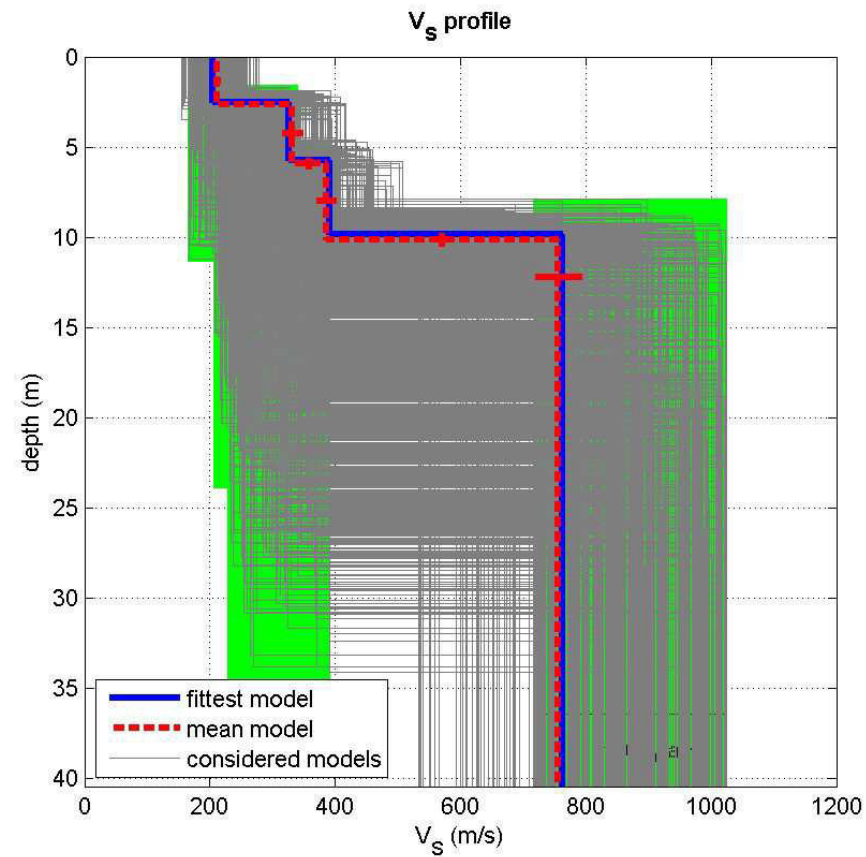
Committente: Parco della Valle del Lambro (dipartimento riqualificazione fluviale)	U.M.: MPa	Data esec.: 15/07/2014
Cantiere: sponda sinistra fiume Lambro (via per costa)	Pagina: 1	
Località: Carate Brianza (MB)	Elaborato:	Falda: -1,20 m da p.c.

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp MPa	qc MPa	Vs m/sec	G MPa	Q MPa	natura	descrizione
1	0,00 : 1,40	Media	7	1,52	11	0,5.27	0,4.89	105	82	2,58	Coes./Gran.	
2	1,40 : 6,20	Media	17	1,52	26	1,0.56	1,0.58	170	163	5,18	Granulare	

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kPa	Ysat t/m³	W %	e -	Mo MPa	Dr %	ø °	E' MPa	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo MPa	Liq. -
1	0,00 : 1,40	11	67,62	1,91	32,11	0,87	0,51	37	30	2,82	1,94	1,51	2,00	- - -
2	1,40 : 6,20	26	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	59	35	4,00	2,03	1,65	3,50	- - -



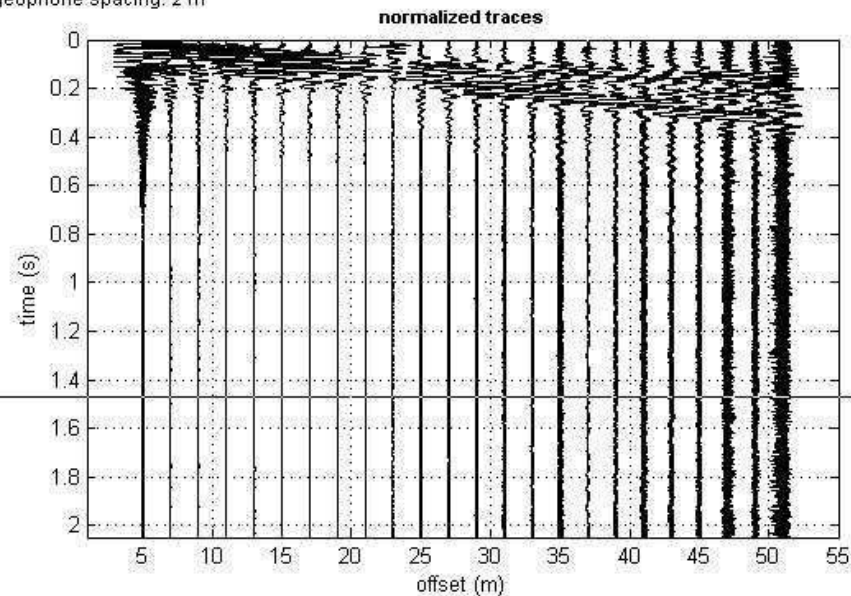
www.winmasw.com



dataset: CARATE010.DAT
 dispersion curve: carate.cdp
 V_{s30} (best model): 507 m/s
 V_{s30} (mean model): 504 m/s

#1: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: CARATE010.DAT
sampling: 0.125 ms
minimum offset: 5 m
geophone spacing: 2 m



resampling

1

resample

accept

data selection

activate

select

cancel

60

save

filtering & spectra

filter

cancel

spectrum

spectrogram

refraction

refraction

upload

clear refraction

100

save

other tools & setting

2.04787

Time length to visualize (s)

done

flip traces

zero padding

#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)

MASW: compute velocity spectrum

phase velocity

☐ f-k

group velocity

handling the spectra

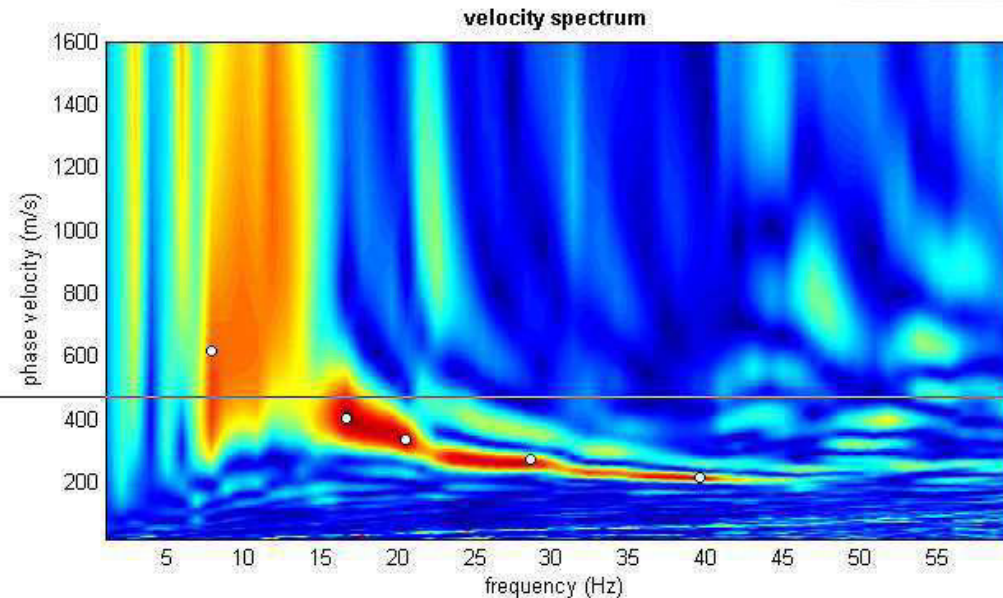
save

upload

merge

explore spectrum

mode separation



modelling

about Poisson

general setting

Rayleigh

3

phase vel

0

Reference depth

☐ Refraction

☐ HVSR

4

H/V modes

Vs (m/s)

Poisson

thickness (m)

90

0.35

1

180

0.35

2

160

0.35

5

200

0.35

7

300

0.35

20

900

0.35

0

0

0.35

calculate

upload mod.

save model

refresh

rnd models

report

synthetics

ZVF

☒ elastic

☐ shows DC

synthetics

visualize curves

input curve

?

picking

show f-k

fundamental

to select the last point of the considered mode click the right button

save picking

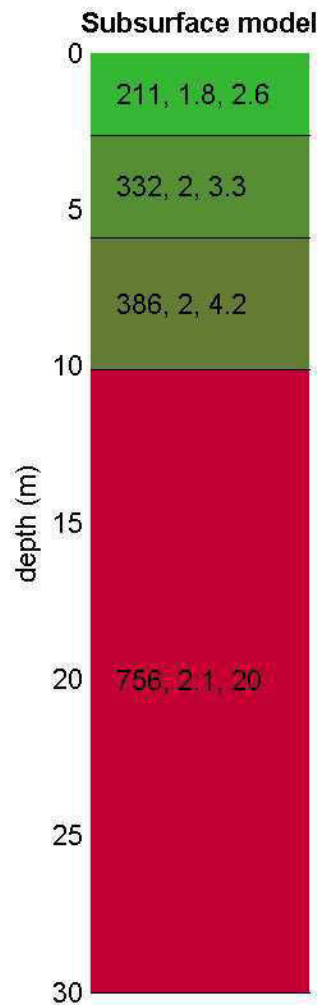
?

cancel picking

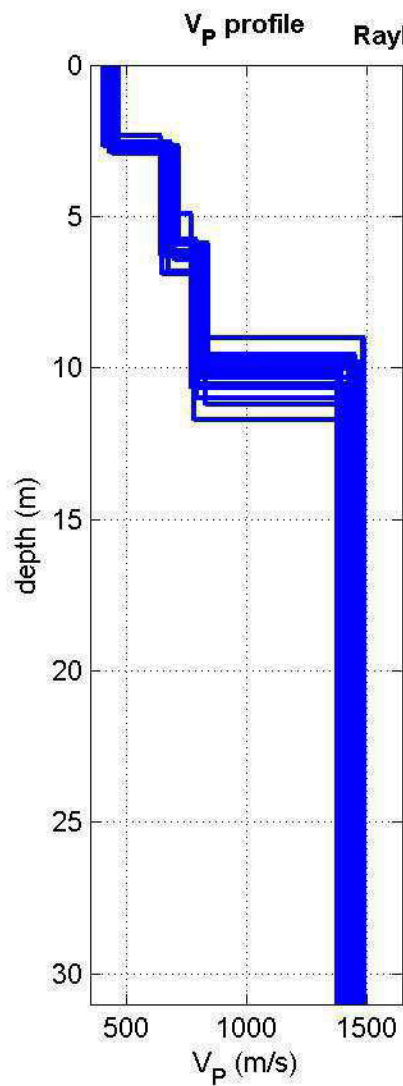
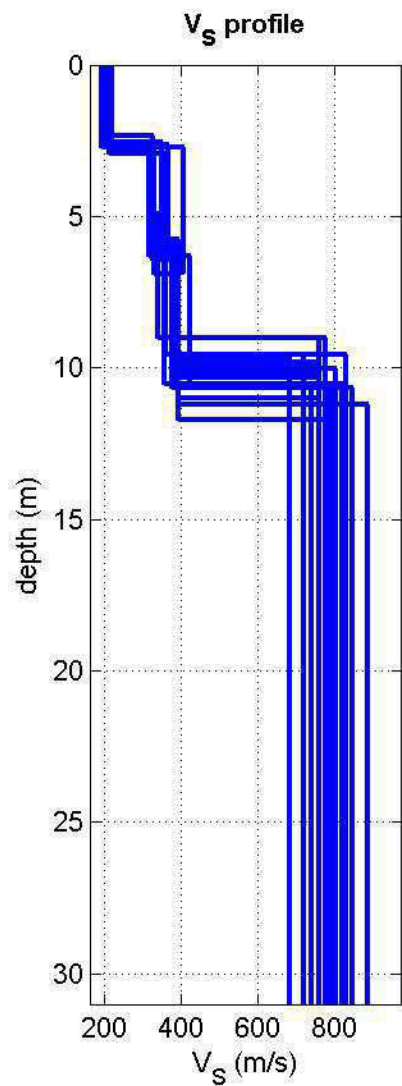
inversion

inversion

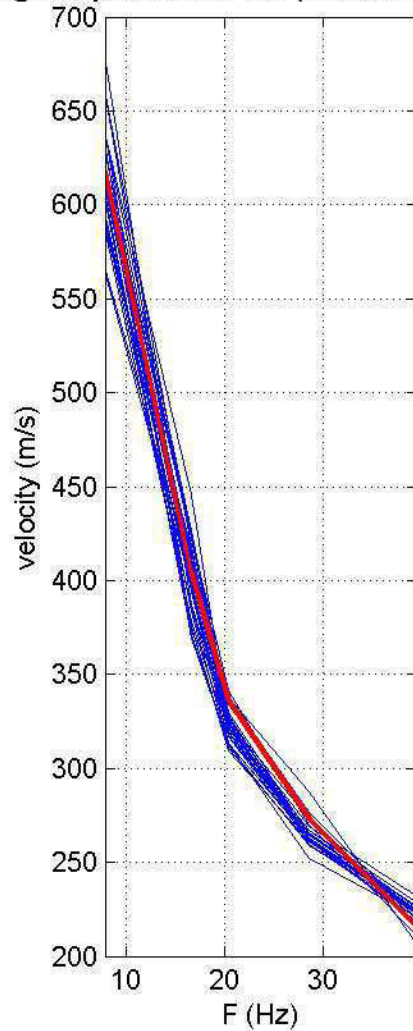
Joint DC-HV inv.



V_s	density	thickness
(m/s)	(gr/cm ³)	(m)



Rayleigh dispersion curves (in red the picked one)





**STUDIO
SPERIMENTALE
STRADALE s.r.l.**

Via Ossoluto, 42 - 20090 Pizzonasco di Pieve Emanuele (MI)
Partita IVA 01096160153 - Tel 02 90720887 - Fax 02 90781866
www.studiosperimentalestradale.it - info@studiosperimentalestradale.it

Rapporto di Prova n. 17151

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale Certificato secondo la UNI EN ISO 9001 da BVQI
I dati di identificazione, contrassegno e posizione sono quelli dichiarati nella domanda di esecuzione e apposte sui campioni.

Pieve Emanuele 22/07/2014

Accettazione: del 16/07/14
Richiedente: APPLI S.A.S.
Via Carducci, 15 - 24068 SERIATE (BG)
Descrizione: Geotecnica 1
terreno contenuto in sacchetto di plastica di massa lorda di circa 3 kg
Cantiere/opera: Ente Parco Fluviale del Lambro - Riqualificazione fluviale - Carate Brianza (MB)

IL PRESENTE DOCUMENTO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA :

- | | |
|--|--------------------|
| - 1 ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI | CNR BU 23/1971 |
| - 2 DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (O DI ATTERBERG) DI UNA TERRA | CNR UNI 10014/1964 |
| - 3 TECNICA DI IMPIEGO DELLE TERRE | CNR UNI 10006 |



il timbro rosso autentica il documento
originale

Lo Sperimentatore
Dott. Geo. Ubaldo Latta

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. Silvia Zeni



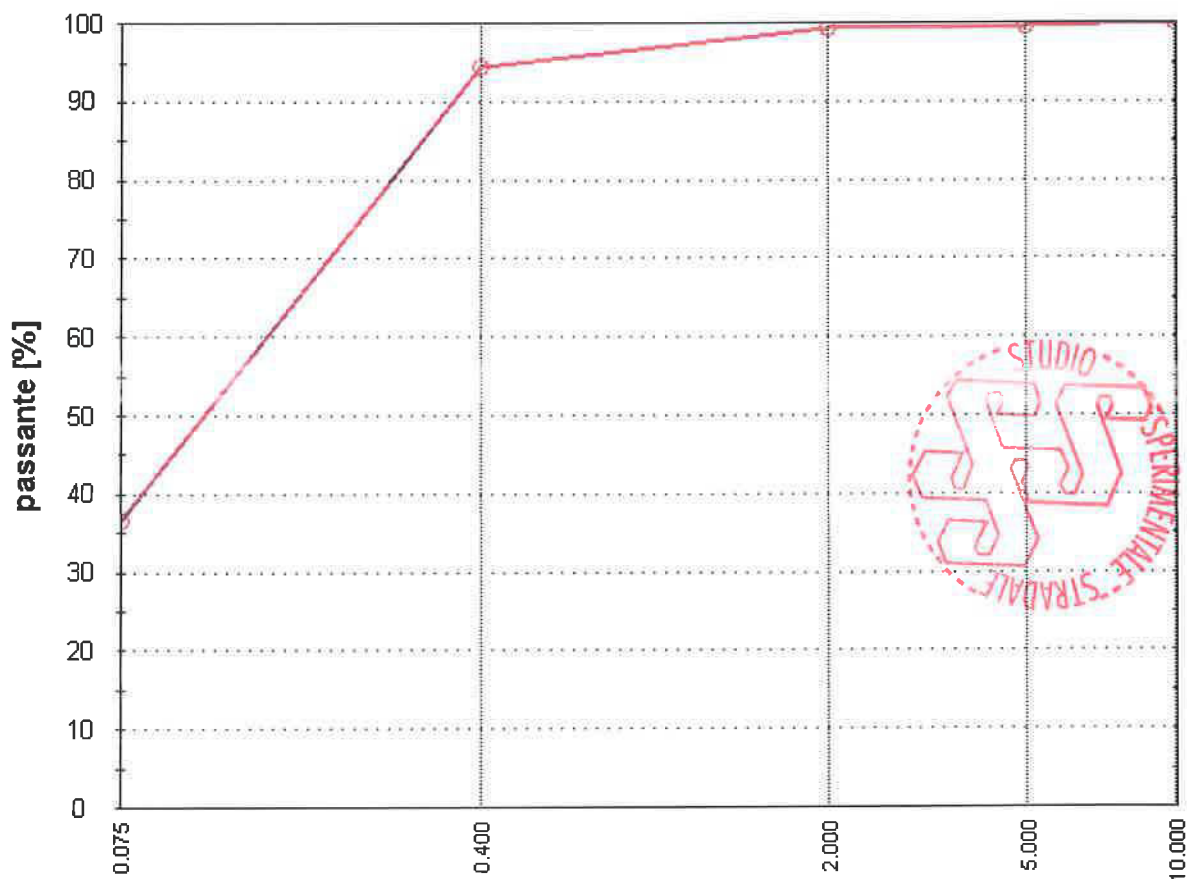
Pieve Emanuele 22/07/2014

**ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI
CNR BU 23/1971**

Per stacciatura via umida

Data di esecuzione : 16/07/2014

passante al crivello	UNI 10	(10.000 mm)	100%
passante al crivello	UNI 5	(5.000 mm)	100%
passante al setaccio	UNI 2	(2.000 mm)	99%
passante al setaccio	UNI 0,400	(0.400 mm)	94%
passante al setaccio	UNI 0,075	(0.075 mm)	36,4%



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Paolo Lanza

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. Silvia Zeni



**STUDIO
SPERIMENTALE
STRADALE s.r.l.**

Via Basilicata 42 - 20090 Pizzanasco di Pieve Emanuele (MI)
Partita IVA 01096160153 - Tel 02 90720887 - Fax 02 90781866
www.studiosperimentalestradale.it - info@studiosperimentalestradale.it

Rapporto di Prova n. 17151 - 2

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale Certificato secondo la UNI EN ISO 9001 da BVQI
I dati di identificazione, contrassegno e posizione sono quelli dichiarati nella domanda di esecuzione e apposte sui campioni.

Pieve Emanuele 22/07/2014

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (O DI ATTERBERG) DI UNA TERRA CNR UNI 10014/1964

Limite dello stato liquido, limite dello stato plastico, indice di plasticità

Data di esecuzione : 21/07/2014

limite liquido LL	21
limite plastico LP	18
indice di plasticità IP	3



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. *Ubaldo Lavi*

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. *Stvia Zeni*



**STUDIO
SPERIMENTALE
STRADALE s.r.l.**

Via Basilicata 10 - 20099 Fizzanese di Pieve Emanuele (MI)
Partita IVA 01096160153 - Tel 02 90720887 - Fax 02 90781866
www.studiosperimentalestradale.it - info@studiosperimentalestradale.it

Rapporto di Prova n. 17151 - 3

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale Certificato secondo la UNI EN ISO 9001 da BVQI
I dati di identificazione, contrassegno e posizione sono quelli dichiarati nella domanda di esecuzione e apposte sui campioni.

Pieve Emanuele 22/07/2014

TECNICA DI IMPIEGO DELLE TERRE CNR UNI 10006

Classificazione delle terre

Data di esecuzione : 21/07/2014

simbolo di gruppo

A4(0)



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. *Ubaldo Lava*

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. *Stvia Zeni*



**STUDIO
SPERIMENTALE
STRADALE s.r.l.**

Via Basilicata 42 - 20090 Pizzanese di Pieve Emanuele (MI)
Partita IVA 01096160153 - Tel. 02 90720887 - Fax 02 90781866
www.studiosperimentalestradale.it - info@studiosperimentalestradale.it

Rapporto di Prova n. 17152

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale Certificato secondo la UNI EN ISO 9001 da BVQI
I dati di identificazione, contrassegno e posizione sono quelli dichiarati nella domanda di esecuzione e apposte sui campioni.

Pieve Emanuele 22/07/2014

Accettazione: del 16/07/14
Richiedente: APPLI S.A.S.
Via Carducci, 15 - 24068 SERIATE (BG)
Descrizione: Geotecnica 2
terreno contenuto in sacchetto di plastica di massa lorda di circa 3 kg
Cantiere/opera: Ente Parco Fluviale del Lambro - Riqualificazione fluviale - Carate Brianza (MB)

IL PRESENTE DOCUMENTO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA :

- | | |
|--|--------------------|
| - 1 ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI | CNR BU 23/1971 |
| - 2 DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (O DI ATTERBERG) DI UNA TERRA | CNR UNI 10014/1964 |
| - 3 TECNICA DI IMPIEGO DELLE TERRE | CNR UNI 10006 |



il timbro rosso autentica il documento
originale

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Ubaldo Laval

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. Silvia Zeni

I risultati sperimentali espressi si riferiscono solo ed esclusivamente ai campioni esaminati e descritti nel presente documento
E' vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di Studio Sperimentale Stradale srl

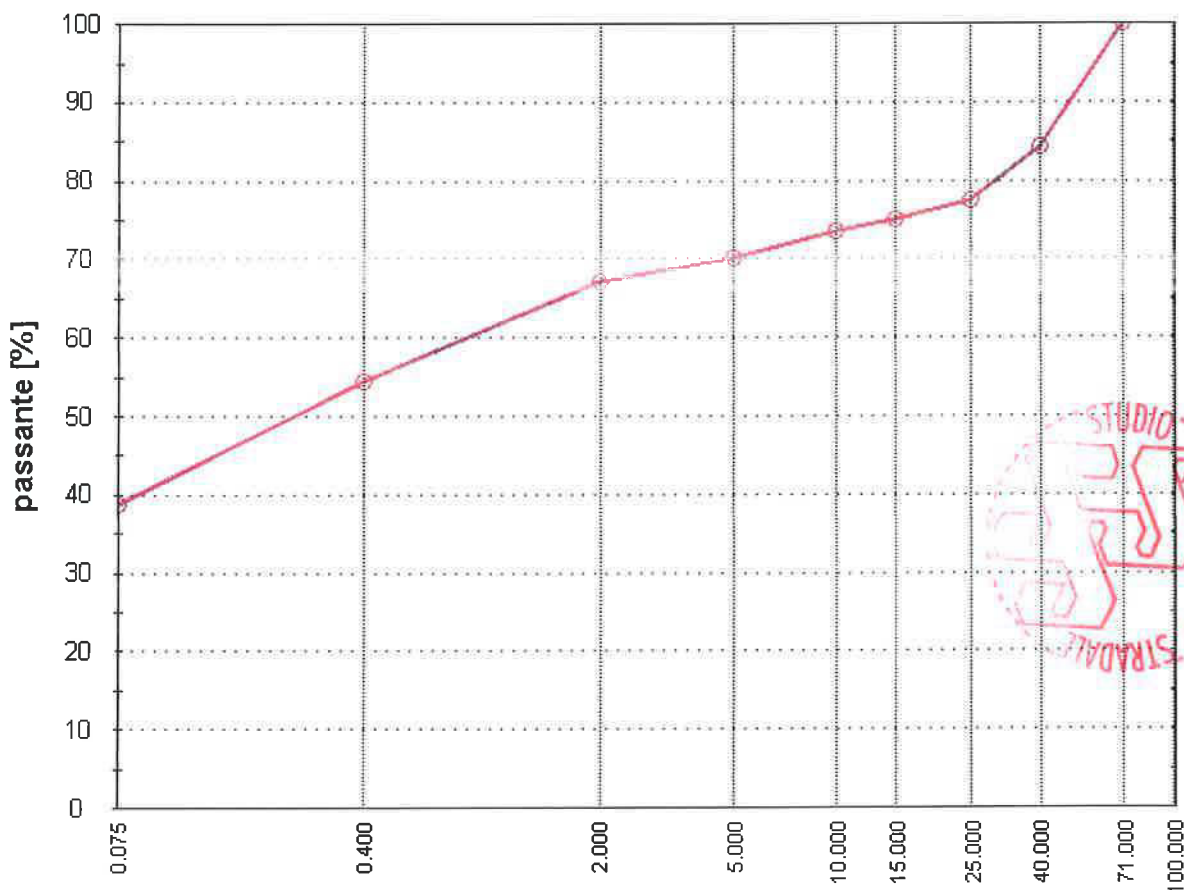


**ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI
CNR BU 23/1971**

Per stacciatura via umida

Data di esecuzione : 16/07/2014

passante al crivello	UNI 71	(71.000 mm)	100%
passante al crivello	UNI 40	(40.000 mm)	84%
passante al crivello	UNI 25	(25.000 mm)	77%
passante al crivello	UNI 15	(15.000 mm)	75%
passante al crivello	UNI 10	(10.000 mm)	73%
passante al crivello	UNI 5	(5.000 mm)	70%
passante al setaccio	UNI 2	(2.000 mm)	67%
passante al setaccio	UNI 0,400	(0.400 mm)	54%
passante al setaccio	UNI 0,075	(0.075 mm)	38,5%



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Ubaldo Lava

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. Silvia Zeni



**STUDIO
SPERIMENTALE
STRADALE s.r.l.**

Via Usilicciata 42 - 20080 Pizzanasco di Pieve Emanuele (MI)
Partita IVA 01096160153 - Tel. 02 90720887 - Fax 02 90761866
www.studiosperimentalestradale.it - info@studiosperimentalestradale.it

Rapporto di Prova n. 17152 - 2

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale Certificato secondo la UNI EN ISO 9001 da BVQI
I dati di identificazione, contrassegno e posizione sono quelli dichiarati nella domanda di esecuzione e apposte sui campioni.

Pieve Emanuele 22/07/2014

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (O DI ATTERBERG) DI UNA TERRA CNR UNI 10014/1964

Limite dello stato liquido, limite dello stato plastico, indice di plasticità

Data di esecuzione : 21/07/2014

limite liquido LL	22
limite plastico LP	18
indice di plasticità IP	4



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. *Roberto Lova*

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. *Stefania Zeni*



**STUDIO
SPERIMENTALE
STRADALE s.r.l.**

Via Basilicata 12 - 20090 Fizzanese di Pieve Emanuele (MI)
Partita IVA 01096160153 - Tel 02 90720887 - Fax 02 90781866
www.studiosperimentalestradale.it - info@studiosperimentalestradale.it

Rapporto di Prova n. 17152 - 3

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale Certificato secondo la UNI EN ISO 9001 da BVQI
I dati di identificazione, contrassegno e posizione sono quelli dichiarati nella domanda di esecuzione e apposte sui campioni.

Pieve Emanuele 22/07/2014

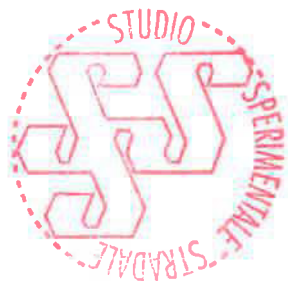
TECNICA DI IMPIEGO DELLE TERRE CNR UNI 10006

Classificazione delle terre

Data di esecuzione : 21/07/2014

simbolo di gruppo

A4(1)



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Ubaldo Laya

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. Silvia Zeni



**STUDIO
SPERIMENTALE
STRADALE s.r.l.**

Via Basilicata 42 - 20090 Ezzenasco di Pieve Emanuele (MI)

Partita IVA 01096160153 - Tel. 02 90720887 - Fax 02 90781868

www.studiosperimentalestradale.it - info@studiosperimentalestradale.it

Rapporto di Prova n. 17153

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale Certificato secondo la UNI EN ISO 9001 da BVQI
I dati di identificazione, contrassegno e posizione sono quelli dichiarati nella domanda di esecuzione e apposte sui campioni.

Pieve Emanuele 22/07/2014

Accettazione: del 16/07/14
Richiedente: APPLI S.A.S.
Via Carducci, 15 - 24068 SERIATE (BG)
Descrizione: Geotecnica 3
terreno contenuto in sacchetto di plastica di massa lorda di circa 3 kg
Cantiere/opera: Ente Parco Fluviale del Lambro - Riqualificazione fluviale - Carate Brianza (MB)

IL PRESENTE DOCUMENTO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA :

- | | |
|--|--------------------|
| - 1 ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI | CNR BU 23/1971 |
| - 2 DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (O DI ATTERBERG) DI UNA TERRA | CNR UNI 10014/1964 |
| - 3 TECNICA DI IMPIEGO DELLE TERRE | CNR UNI 10006 |



il timbro rosso autentica il documento
originale

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Claudio Lave

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. Silvia Zeni

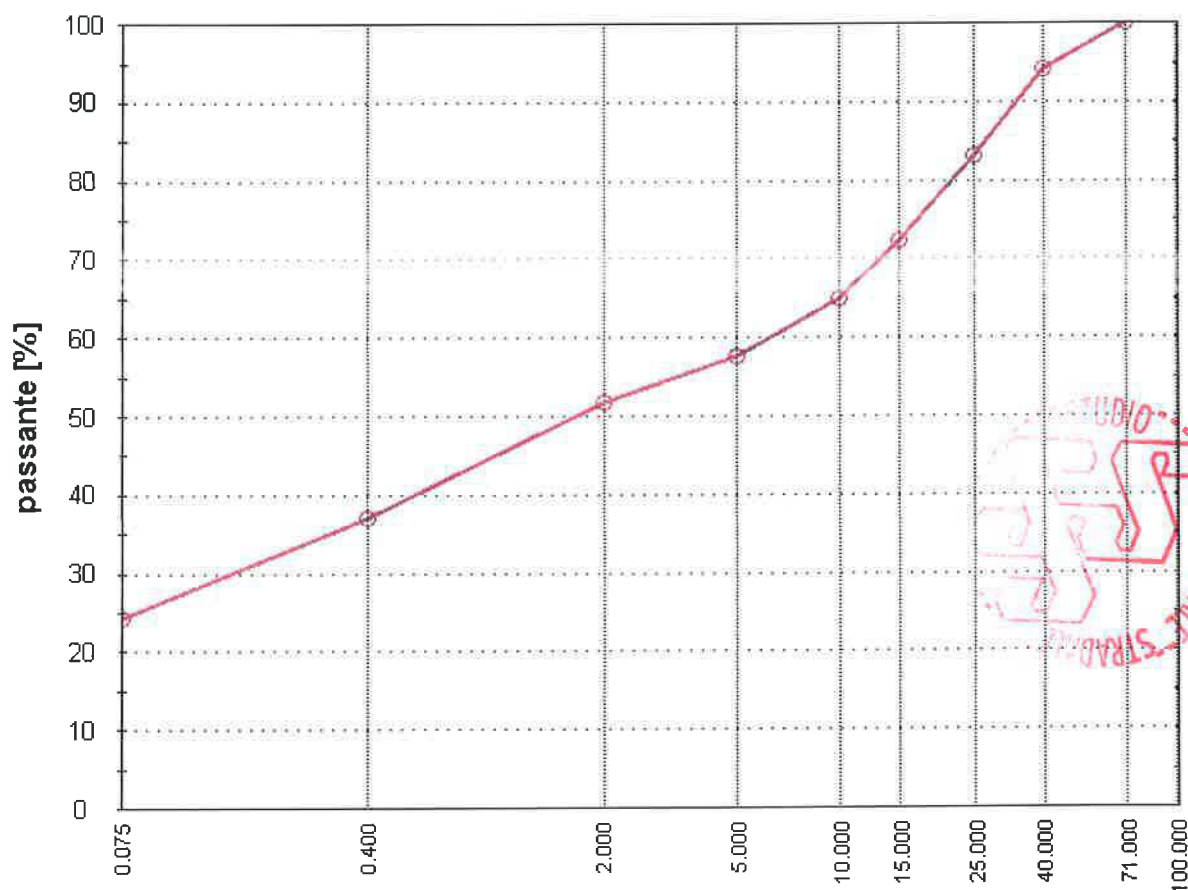


**ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI
CNR BU 23/1971**

Per stacciatura via umida

Data di esecuzione : 16/07/2014

passante al crivello	UNI 71	(71.000 mm)	100%
passante al crivello	UNI 40	(40.000 mm)	94%
passante al crivello	UNI 25	(25.000 mm)	83%
passante al crivello	UNI 15	(15.000 mm)	72%
passante al crivello	UNI 10	(10.000 mm)	65%
passante al crivello	UNI 5	(5.000 mm)	58%
passante al setaccio	UNI 2	(2.000 mm)	52%
passante al setaccio	UNI 0,400	(0.400 mm)	37%
passante al setaccio	UNI 0,075	(0.075 mm)	24,1%



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. *Ubaldo Iana*

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. *Silvia Zeni*



**STUDIO
SPERIMENTALE
STRADALE s.r.l.**

Via Basilicata 42 - 20090 Cinisello B. (MI)

Partita IVA 01096160153 - Tel 02 90720387 - Fax 02 90781866

www.studiosperimentalestradale.it - info@studiosperimentalestradale.it

Rapporto di Prova n. 17153 - 2

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale Certificato secondo la UNI EN ISO 9001 da BVQI
I dati di identificazione, contrassegno e posizione sono quelli dichiarati nella domanda di esecuzione e apposte sui campioni.

Pieve Emanuele 22/07/2014

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (O DI ATTERBERG) DI UNA TERRA CNR UNI 10014/1964

Limite dello stato liquido, limite dello stato plastico, indice di plasticità

Data di esecuzione : 21/07/2014

limite liquido LL	28
limite plastico LP	22
indice di plasticità IP	6



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. *Alfredo Lava*

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. *Silvia Zeni*



**STUDIO
SPERIMENTALE
STRADALE s.r.l.**

Via Basilicata 42 - 20090 Fizzonago di Pieve Emanuele (MI)

Partita IVA 01096160153 - Tel 02 90720887 - Fax 02 90781866

www.studiosperimentalestradale.it - info@studiosperimentalestradale.it

Rapporto di Prova n. 17153 - 3

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale Certificato secondo la UNI EN ISO 9001 da BVQI
I dati di identificazione, contrassegno e posizione sono quelli dichiarati nella domanda di esecuzione e apposte sui campioni.

Pieve Emanuele 22/07/2014

TECNICA DI IMPIEGO DELLE TERRE CNR UNI 10006

Classificazione delle terre

Data di esecuzione : 21/07/2014

simbolo di gruppo

A1-b(0)



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. *Ubaldo Laya*

Il Responsabile Tecnico
Dott. Ing. *Silvia Zeni*

Parco della Valle del Lambro

via cascina Boffalora, 10 - 20844 Rancate di Triuggio

**RELAZIONE AMBIENTALE PER INTERVENTO DI DIFESA SPONDALE
IN SPONDA SINISTRA DEL FIUME LAMBRO
UTILIZZO E GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO
Carate Brianza (MB)**



Commessa: 21-14

Data: 25 Luglio 2014

Dott.Geol. Alberto Velicogna



SEDE LEGALE E OPERATIVA principale: via Trento,3 -21022- Azzate (VA)

SEDE OPERATIVA FVG: via Paluzza, 11 - 33100 – Udine

Cell.: +39 329 2289939 Tel :+39 0332 316690 Fax: +39 039 3309996

web : www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@alice.it

P.IVA : 04755800960

Sommario

1. CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3. CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO	6
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
<i>Inquadramento geomorfologico</i>	<i>7</i>
<i>Inquadramento geologico</i>	<i>8</i>
<i>4.2 Caratteristiche geologiche dei materiali in situ</i>	<i>9</i>
5. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' SVOLTE SUL SITO	10
6. VOLUMI DI PRODUZIONE	11
7. PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI	12
<i>7.1. Descrizione delle indagini svolte</i>	<i>12</i>
<i>7.2. Localizzazione dei punti</i>	<i>14</i>
<i>7.3. Elenco delle sostanze da ricercare</i>	<i>16</i>
<i>7.4. Descrizione delle metodiche analitiche e dei relativi limiti di quantificazione</i>	<i>17</i>
8. DESTINAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	19
9. REQUISITI DI CUI ALL'ART.186 COMMA 1 D.LGS. 152/2006 (TERRE E ROCCE DA SCAVO)	20
10. CONCLUSIONI	21
ALLEGATI	23

1. CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE

A partire dal 22 giugno 2013, data di entrata in vigore del 'Decreto Fare' (decreto legge n. 69/2013, pubblicato sul S.O. n. 50 della G.U. n. 144 del 21 giugno), la gestione delle terre e rocce come sottoprodotto anziché come rifiuto è soggetta alle indicazioni del DM 161/12 solo per le attività e le opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) o a Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

L'**articolo 41, comma 2 del DL 69/2013** ha infatti inserito, all'articolo 184-bis del decreto legislativo n. 152/2006, il nuovo comma 2-bis il quale recita: "Il decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 10 agosto 2012, n. 161, adottato in attuazione delle previsioni di cui all'articolo 49 del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 27, si applica **solo** alle terre e rocce da scavo che provengono da attività o opere soggette a valutazione d'impatto ambientale o ad autorizzazione integrata ambientale. Il decreto di cui al periodo precedente non si applica comunque alle ipotesi disciplinate dall'articolo 109 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152".

Questa norma mira a semplificare l'utilizzo delle terre e rocce da scavo, chiarendo i casi in cui è necessario il ricorso alle procedure prescritte dal regolamento di cui al DM 161/2012, procedure che sono proporzionate ai materiali di scavo prodotti nell'ambito delle grandi opere, ma possono risultare troppo gravose e sproporzionate per i materiali di scavo prodotti da lavori di entità minore eseguiti in piccoli cantieri. Per questo motivo il Decreto Fare ha inserito il nuovo comma 2-bis al fine di limitare l'applicazione delle procedure suddette alle attività o opere soggette a valutazione d'impatto ambientale o ad autorizzazione integrata ambientale.

Il 26 giugno 2013 è entrata inoltre in vigore la legge n. 71 di conversione al decreto legge 43 sulle emergenze ambientali, la questione delle terre e rocce da scavo ha subito un'ulteriore evoluzione normativa. Infatti a seguito dell'art. 8 bis, comma 2 della legge 71, ai cantieri con volumi di scavo sino a 6 mila/mc, si applicheranno di nuovo le indicazioni dell'art. 186 Dlgs 152/06.

Ai sensi del comma 1 dell'art. 186 del D.Lgs. 152/2006, che alla luce di quanto sopra esposto, sarà utilizzato come riferimento normativo:

"Le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché:

- a) siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- b) sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- c) l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità

di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;

- d) sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- e) sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del presente decreto;
- f) le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;
- g) la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata. L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle condizioni fissate all'articolo 183, comma 1, lettera p)."

A seguito del mutamento del quadro normativo nazionale si procede quindi a redigere la presente Relazione Ambientale, all'interno della quale sarà caratterizzato tutto il ciclo di produzione delle terre e rocce da scavo, accertate le qualità chimiche e chimico-fisiche dei terreni che saranno oggetto di scavo e verificata la rispondenza dei requisiti di cui all'art. 186, comma 1, del D.Lgs. 152/2006 ai fini del riutilizzo delle terre e rocce da scavo prodotte nelle fasi di intervento di difesa spondale in sponda sinistra del fiume Lambro, in Comune di Carate Brianza (MB).

Al fine di ottemperare a quanto richiesto lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- sopralluogo e verifica delle caratteristiche del sito;
- analisi delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area;
- verifica delle caratteristiche dei materiali oggetto di interesse;
- prelievo, confezionamento e analisi di campioni di terreno rappresentativi;
- verifica dei requisiti di cui all'art. 186 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

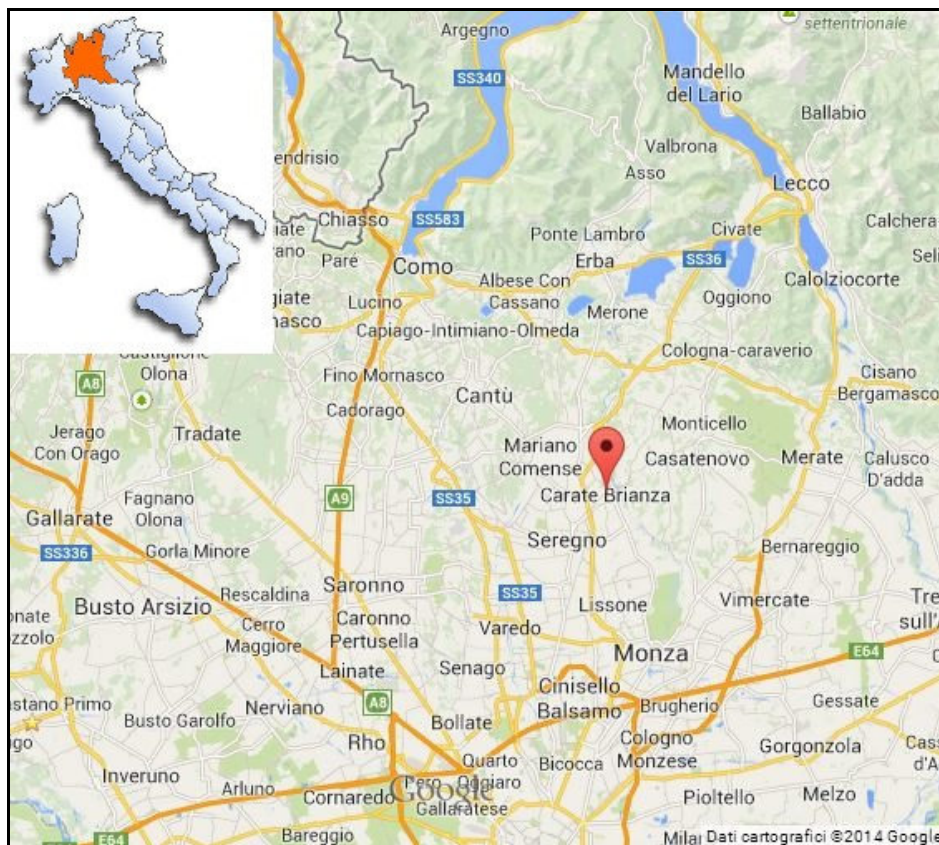


Figura 1: Ubicazione del comune di Carate Brianza (MB).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di indagine è situata in via per costa, lungo l'argine della sponda sinistra del fiume Lambro, comune di Carate Brianza (MI), ed ha posizione geografica con coordinate 45°683112 N, 9°243837 E e quota di circa 211 metri s.l.m.

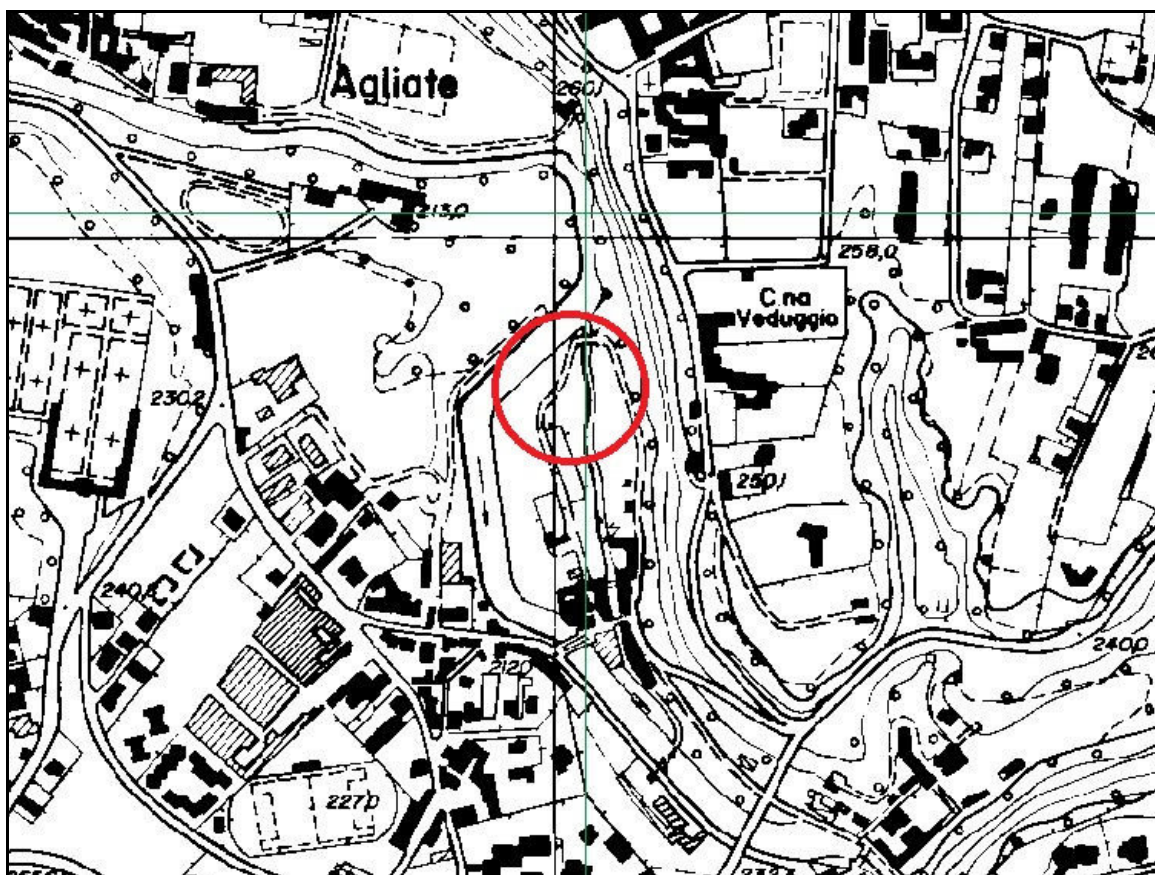


Figura 2: Ubicazione dell'area d'intervento (Carta CTR Lombardia 1:10000).

3. CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede la parziale demolizione della sponda sinistra in calcestruzzo del fiume Lambro (con successiva sistemazione delle opera di difesa spondali) al fine di creare un'area di golena (di circa 4800 m²) allagabile nei periodi di maggior portata idraulica. L'area di golena verrà delimitata con nuovi argini di protezione in massi e un rilevato in terre armate e avrà una profondità di circa 1,5 metri.

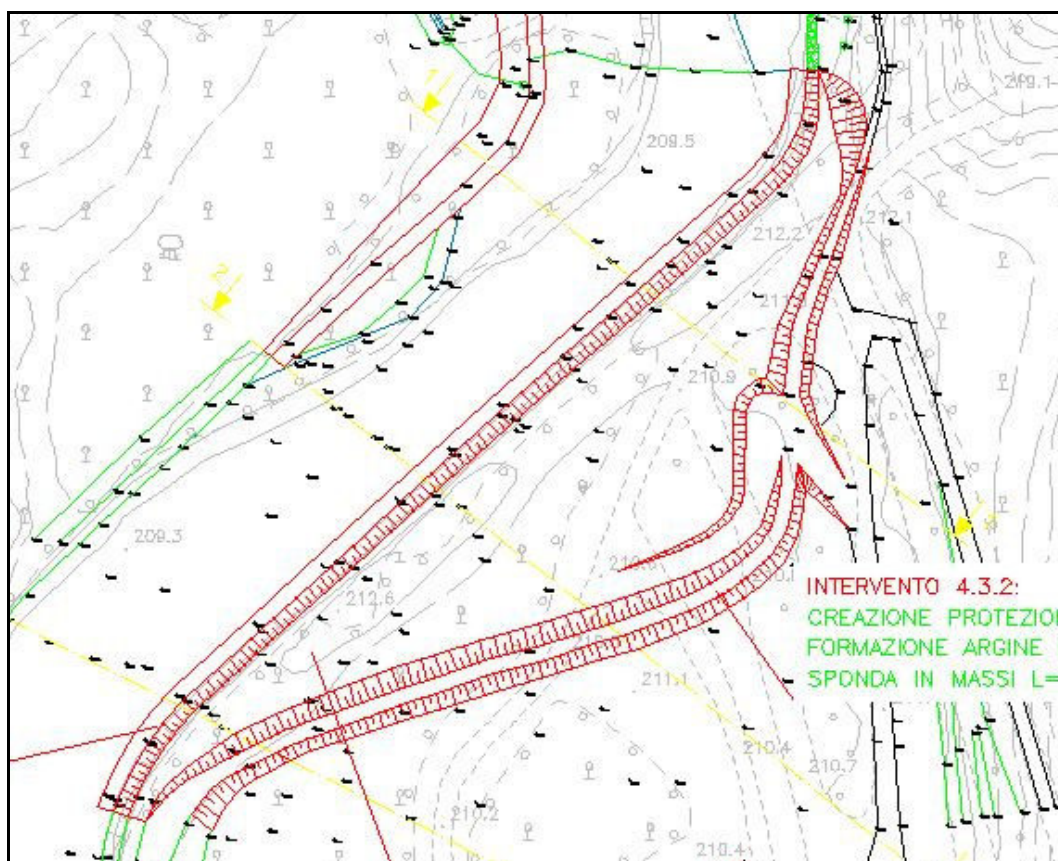


Figura 3: Panoramica dell'opera lungo il fiume Lambro (estratto dal progetto).

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per l'inquadramento geologico e geomorfologico si rimanda alla Relazione Geotecnica allegata al progetto dalla quale si riportano alcuni stralci rappresentativi:

Inquadramento geomorfologico

In relazione alla sua vicinanza ai rilievi alpini, il settore della Pianura Padana nel quale si trova il territorio comunale di Carate Brianza, coincide con quello dell'Alta Pianura.

Questa porzione del Bacino Padano, risulta costituita da depositi assai diversi dal punto di vista genetico e a cui corrispondono forme diverse del paesaggio.

Procedendo da nord verso sud si possono riconoscere a grandi linee:

- una prima zona caratterizzata da depositi glaciali;
- una fascia intermedia, nella quale si colloca l'agglomerato urbano di Carate B., nella quale sono ampiamente diffusi i depositi fluvioglaciali;
- una ultima area, piatta, impostata su sedimenti fluviali (bassa pianura).

Tale distinzione deve tuttavia ritenersi indicativa, poiché, a seguito degli avanzamenti ed arretramenti delle lingue glaciali, la linea di demarcazione tra depositi glaciali e fluvioglaciali, nonché tra questi ultimi ed i depositi fluviali, ha subito ampie escursioni consentendo una sovrapposizione di sedimenti di diversa origine.

Ulteriori complicazioni nei rapporti spaziali tra depositi, sono legate all'azione di alluvionamento ed erosione esercitata dai corsi d'acqua in rapporto all'andamento delle fasi glaciali.

Queste condizioni hanno contribuito alla formazione di paleoalvei successivamente colmati, formati dai corsi d'acqua sfocianti dalle vallate alpine e/o dagli scaricatori, temporanei, degli apparati morenici. Tracce di paleoalvei sono parzialmente riconoscibili in corrispondenza del margine meridionale del territorio comunale. A tali elementi, legati a fattori dinamici, bisogna aggiungerne altri, frutto del controllo esercitato dalle forme del terreno sugli ambienti, locali, di sedimentazione. In quest'ottica si può fare riferimento alle conche, all'interno delle quali si formarono specchi d'acqua sedi di una tipica sedimentazione lacustre in eteropia con facies glaciali e fluvioglaciali.

Le differenziazioni genetiche dei sedimenti nei quali è modellata l'alta pianura, si ripercuotono anche sulla morfologia, che da pianeggiante nella parte occidentale e meridionale, diviene ondulata nella porzione nord-orientale, zona dei pianalti fluvioglaciali. Qui sono riconoscibili orli di scarpate di erosione e/o gradini di valli glaciali.

La continuità morfologica dell'area in studio è interrotta dal fiume Lambro e da alcuni suoi affluenti minori che, nella porzione orientale del territorio, scorrono all'interno di solchi vallivi profondamente incisi e bordati da alte scarpate. Queste incisioni presentano per lo più fondo piatto essendo stata rinvenuta una sola valletta con profilo trasversale a V.

Inquadramento geologico

L'area in oggetto è costituita quasi interamente da formazioni continentali Pleistoceniche ed Oloceniche, che compongono l'alta e media pianura lombarda.

Al gruppo delle formazioni costituenti la coltre continentale, appartengono depositi glaciali, fluvioglaciali, fluviali e localmente lacustri. Il ciclo continentale quaternario è suddivisibile in due grandi fasi:

- fase pleistocenica pluviale-fluviale, legata a fenomeni glaciali e fluvioglaciali,
- fase olocenica postglaciale (alluvioni).

Il territorio è caratterizzato dall'alternarsi di fasi glaciali e fluvioglaciali che hanno rielaborato gli accumuli detritici presenti nell'area ed ha portato alla formazione di depositi che possono essere suddivisi (a partire dal più antico) nelle unità litologiche che si ritrovano nell'area e nel relativo sottosuolo

4.2 Caratteristiche geologiche dei materiali in situ

Per quanto riguarda il settore interessato dalla realizzazione dell'opera di difesa, i materiali presenti sono costituiti da depositi alluvionali recenti e attuali del fiume Lambro che sono rappresentati da materiali granulari a dominante sabbioso-limosa.

Durante l'indagine geotecnica (a cui si rimanda per una descrizione precisa della tipologia dei terreni interessati dall'intervento) sono state eseguite delle analisi granulometriche su dei campioni di terreno ed è emerso quanto segue:

nell'area dei campioni S1 e S2 il terreno è prevalentemente costituito da limo (terreno naturale), mentre nell'area del campione S3 il sottosuolo è costituito da materiale di riporto.

5. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' SVOLTE SUL SITO

Al fine di meglio definire le caratteristiche delle aree che saranno interessate dall'intervento in progetto si ritiene utile riportare che non si rileva traccia evidente di attività di carattere antropico che possano in qualche modo avere alterato le caratteristiche ambientali del sito di interesse, con particolare riferimento alla matrice suolo e sottosuolo.

Gli unici probabili interventi di natura antropica potrebbero corrispondere ad operazioni di messa in sicurezza delle sponde dell'alveo ed il riempimento con materiali di riporto (massi e blocchi di grosse dimensioni).

In passato i terreni adiacenti alle sponde potrebbero essere stati sede di interventi di livellamento tramite riempimenti di materiale di diverso tipo ed origine; nell'area sono visibili alcuni rifiuti sparsi assimilabili ad "urbani" (con volumetria molto minore all'1%) abbandonati nel corso degli anni.

Si fa presente inoltre che le caratteristiche chimico-fisiche delle acque del fiume Lambro sono direttamente influenzate dall'attività produttiva degli insediamenti gravitanti sul fiume stesso, che non dispongono tutti di adeguate misure di depurazione.

6. VOLUMI DI PRODUZIONE

L'intervento in progetto prevede l'esecuzione di scavi (con profondità massima di 1,5 metri) per la realizzazione dell'area golenare, in sponda idrografica sinistra del fiume Lambro (circa 4.800 mc) su una superficie di circa 3200 metri quadrati.

Nelle tabelle che seguono si riassumono i valori complessivi stimati per i volumi di scavo, nonché quelli relativi ai volumi di materiale per il quale è previsto il riutilizzo in situ per il completamento delle opere in progetto.

VOLUMI DI SCAVO

Materiale di scavo, prevalentemente sabbia e ghiaia (parte riutilizzato, parte convogliato presso idoneo centro di raccolta e/o riciclaggio).	4800
Totale	4800 m³

BILANCIO STERRI/RIPORTI

Materiali riutilizzati per la realizzazione del progetto	1000
Totale	1000
Bilancio inerti di scavo (sabbia e ghiaie), non riutilizzabili presso il cantiere in oggetto e convogliati presso idoneo centro di riciclaggio inerti	3800 m³

Il volume complessivo di materiale non riutilizzabile in sito, da destinare al riutilizzo presso un centro di riciclaggio di inerti, risulta quindi pari a 3800 mc circa, che si presume costituito prevalentemente da limi sabbiosi e riporti antropici.

7. PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI

7.1. Descrizione delle indagini svolte

Secondo i disposti dell'ALLEGATO 8 del D.M. 161/2012 (PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO IN FASE ESECUTIVA E PER I CONTROLLI E LE ISPEZIONI) la caratterizzazione ambientale potrà essere eseguita in corso d'opera solo nel caso in cui sia comprovata l'impossibilità di eseguire un'indagine ambientale propedeutica alla realizzazione dell'opera da cui deriva la produzione dei materiali da scavo.

Benché il nuovo assetto normativo escluda dal campo di applicazione del D.M. 161/2012 gli interventi quali quello in oggetto, in assenza di una disciplina ben chiara (l'art. 186 del D.Lgs. 152/2006 non individua infatti procedure e metodi operativi), si è ritenuto corretto considerare, in via cautelativa, come linee guida per la definizione del piano di campionamento i principi definiti dal decreto sopra citato.

Tenuto conto di questo aspetto si è proceduto quindi ad eseguire un campionamento preliminare sui terreni superficiali in settori ritenuti rappresentativi delle diverse condizioni geologiche che caratterizzano l'area.

Nella planimetria che segue (cap. 7.2.) sono rappresentati i punti di prelievo sulla base della planimetria di progetto.

All'interno degli scavi esplorativi, eseguiti con testa di rotazione e apposito campionatore, è stato compiuto il prelievo di n.6 campioni rappresentativi così codificati:

- S1A : profondità 1 m
- S1B : profondità 1,5 m
- S2S : profondità 0,5 m
- S2D : profondità 1 m
- S3E : profondità 0,5 m
- S3F : profondità 1 m

L'area oggetto di intervento è un'area nell'ambito della quale non risulta siano mai state svolte attività potenzialmente inquinanti né si siano verificati eventi accidentali che possano aver contaminato in passato la matrice suolo e sottosuolo e l'intera frazione del materiale che sarà oggetto di scavo sarà riutilizzato direttamente in sito per l'esecuzione di reinterri, rilevati e dei riempimenti

necessari per la sistemazione finale dell'area di progetto.

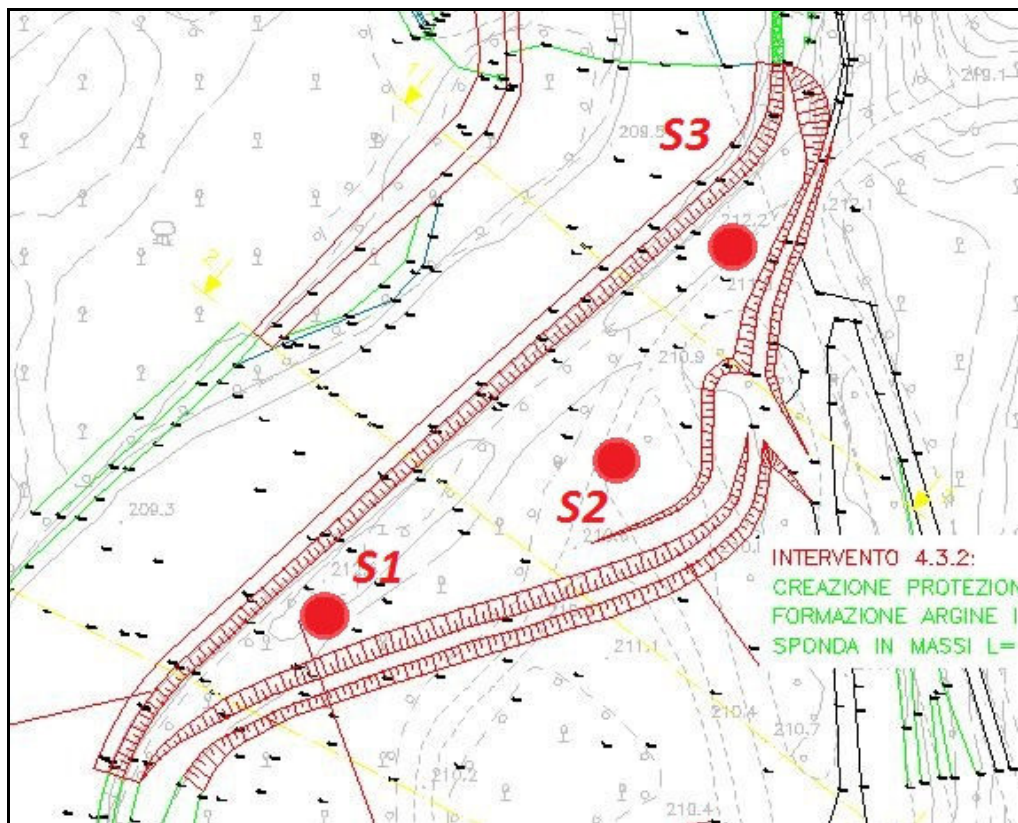
Ai sensi dell'articolo 185 comma c-bis del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del decreto stesso le seguenti categorie di materiali:

“il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato.”

Per i materiali oggetto di riutilizzo in situ non risulta quindi necessaria l'attivazione delle procedure di cui all'art. 186 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e nulla osta al loro riutilizzo nell'ambito del sito di produzione.

7.2. Localizzazione dei punti

Nell'estratto grafico che segue è rappresentata l'ubicazione dei punti di prelievo:



Nelle foto che seguono si riportano alcune delle fasi del prelievo dei singoli campioni



Figura 4: Estrazione del campione C2.



Figura 5: Dettagli granulometria superficiale del campione C3.

7.3. Elenco delle sostanze da ricercare

Il set di parametri analitici da ricercare deve essere definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. Il set analitico minimale da considerare è quello riportato in Tabella 4.1, allegato 4 del D.M. 161/2012, fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare può essere modificata ed estesa in accordo con l'Autorità competente in considerazione delle attività antropiche pregresse.

Anche in questo caso, in assenza di altre specifiche, si farà riferimento ai disposti del D.M. 161/2012, che rappresentano, comunque, un approccio senz'altro cautelativo.

La norma prevede tuttavia che, nel caso in cui in sede progettuale sia prevista una produzione di materiale di scavo compresa tra i 6.000 ed i 150.000 metri cubi, non è richiesto che, nella totalità dei siti in esame, le analisi chimiche dei campioni di materiale da scavo siano condotte sulla lista completa delle sostanze di Tabella 4.1. Il proponente nel Piano di Utilizzo di cui all'Allegato 1, potrà quindi selezionare, tra le sostanze della Tabella 4.1, le "sostanze indicatrici": queste devono consentire di definire in maniera esaustiva le caratteristiche del materiale da scavo al fine di escludere che tale materiale sia un rifiuto ai sensi del Regolamento e rappresenti un potenziale rischio per la salute pubblica e l'ambiente.

Nel caso in oggetto, stante l'assenza di indizi sulle sostanze da ricercare, sono state analizzate tutte le sostanze previste nella Tabella 4.1. del D.M. 161/2012.

Di seguito si riporta l'elenco delle sostanze ricercate:

ARSENICO
CADMIO
COBALTO
CROMO TOTALE
CROMO ESAVALENTE
MERCURIO
NICHEL
PIOMBO
RAME
ZINCO
IDROCARBURI C>12
IDROCARBURI C<12
AMIANTO

7.4. Descrizione delle metodiche analitiche e dei relativi limiti di quantificazione

Poiché la qualità dei risultati delle analisi può essere fortemente compromessa da una esecuzione non corretta delle fasi di campionamento, immagazzinamento, trasporto e conservazione dei campioni, ognuna di queste fasi è stata sottoposta ad un controllo di qualità mirato a garantire:

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;
- l'assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- la protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- un'adequata temperatura al momento del prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- un'adequata temperatura di conservazione dei campioni;
- l'assenza di alterazioni biologiche nel corso dell'immagazzinamento e conservazione;
- l'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- la pulizia degli strumenti e attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione.

In merito alle metodologie di campionamento, analisi ed espressione dei risultati analitici, sono state utilizzate quelle previste dal d.lgs. 152/2006, Allegato V al Titolo IV, che prevede l'eliminazione della frazione granulometrica >2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni condotte sull'aliquota di granulometria < 2 mm con espressione dei risultati su tutto il passante a 2 centimetri.

In particolare i campioni sono stati conservati in contenitori di vetro a chiusura ermetica e consegnati al laboratorio certificato SINAL di Microlab Consulting s.r.l. di Monza (MB).

I risultati delle analisi sul campione S3F, come riscontrabile nei rapporti di prova allegati alla presente relazione, hanno confermato alcune tracce di contaminazione (una sola voce corrispondente a C>12) con concentrazioni mai superiori ai valori soglia di contaminazione di cui ***all'allegato 5 del titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, tabella 1***, per i siti a destinazione commerciale e industriale (**colonna B**).

Tenuto conto delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni in oggetto, il loro riutilizzo può quindi avvenire solo su siti a destinazione industriale o nello stesso sito di produzione per riporti.

I risultati delle analisi sui restanti campioni, come riscontrabile nei rapporti di prova allegati alla presente relazione, hanno confermato l'assenza di tracce di contaminazione con concentrazioni mai superiori ai valori soglia di contaminazione di cui ***all'allegato 5 del titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, tabella 1***, non solo per i siti a destinazione commerciale e industriale (**colonna B**), ma anche rispetto ai parametri più restrittivi relativi ai siti a destinazione residenziale (**colonna A**).

Tenuto conto delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni in oggetto, il loro riutilizzo può quindi avvenire su siti a qualsiasi destinazione urbanistica.

8. DESTINAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Al momento attuale dello sviluppo del progetto non è ancora stata individuata alcuna impresa, che conferirà il materiale di scarto, a causa delle operazioni di valutazione economica ancora in svolgimento.

Si ritiene che i materiali provenienti dalle operazioni di scavo necessarie per la realizzazione del progetto di difesa spondale sul fiume Lambro in Comune di Carate Brianza, non riutilizzabili direttamente in situ, presentino caratteristiche idonee per essere destinati al riutilizzo come terre e rocce da scavo.

9. REQUISITI DI CUI ALL'ART.186 comma 1 D.lgs. 152/2006 (Terre e rocce da scavo)

Il riutilizzo dei materiali che derivano dalle operazioni di sterro è vincolato al rispetto dei requisiti di cui al D.Lgs. 152/2006 art. 186 comma 1. Terre e rocce da scavo e s.m.i..

Ai punti seguenti sarà analizzata e verificata la rispondenza dei materiali in oggetto ai suddetti requisiti, identificati dalle lettere a), b), c), d), e) f), g):

- a) siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti***
- b) sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;***
- c) l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;***
- d) sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;***
- e) sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del presente decreto;***
- f) le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;***
- g) la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata. (...)***

La destinazione dei materiali è stata individuata, una volta accertata la presenza di eccedenze volumetricamente sostanziali nonché della qualità chimico-fisica dei materiali, in corrispondenza del sito di cui al capitolo precedente.

10. CONCLUSIONI

Come dettagliato nei capitoli relativi all'analisi geologica di dettaglio e allo sviluppo dell'utilizzo del territorio (capitoli 4 e 5 della stessa relazione), i materiali oggetto di riutilizzo provengono da un'area nell'ambito della quale non si hanno riscontri di contaminazioni del sottosuolo.

Si fa presente che le caratteristiche chimico-fisiche delle acque del fiume Lambro sono direttamente influenzate dall'attività produttiva degli insediamenti gravitanti sul fiume stesso.

Da un punto di vista geotecnico e litologico il materiale oggetto di riutilizzo ha caratteristiche compatibili, seppur non ottimali, per operazioni di ripristino ambientale anche per ripascimento in alveo fluviale.

Per quanto riguarda le caratteristiche chimico-fisiche ed ambientali il terreno proveniente dagli scavi andrà costantemente esaminato in corso d'opera da tecnici qualificati e competenti prima di un suo riutilizzo in operazioni di ripristino.

Dalle analisi effettuate sul campione S3F è emersa una piccola concentrazione di inquinante (idrocarburi C>12) superiore ai valori soglia di contaminazione, di cui *all'allegato 5 del titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, tabella 1*, rispetto ai parametri più restrittivi relativi ai siti a destinazione residenziale (colonna A), ma **mai superiore per i siti a destinazione commerciale e industriale (colonna B)**.

Il riscontro di tale inquinante in concentrazioni appena superiori ai parametri della colonna A è **poco rappresentativo delle condizioni del sito** e probabilmente è riconducibile ad un occasionale gocciolamento localizzato (mezzi d'opera?).

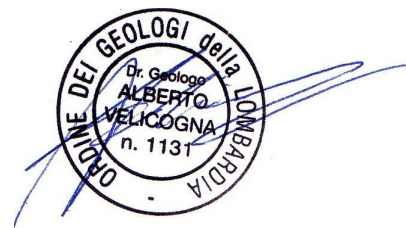
Tutto ciò premesso si ritiene che i materiali provenienti dalle operazioni di scavo necessarie per la realizzazione del progetto, non riutilizzabili direttamente in situ, presentino caratteristiche idonee per essere destinati al riutilizzo come terre e rocce da scavo (per **siti a destinazione commerciale e industriale "colonna B"**), senza la necessità di trattamenti preventivi o trasformazioni finalizzate al miglioramento dei requisiti merceologici e/o di qualità ambientale.

Sulla base di quanto esposto precedentemente appare idonea l'ipotesi di verificare in corso d'opera la presenza di eventuali alterazioni della matrice suolo-sottosuolo e qualora risultassero evidenti è consigliabile eseguire ulteriori indagini a discrezione della DL.

Dalle indagini effettuate e dai risultati analitici interpretativi, nel rispetto dei dati di caratterizzazione sopra riportati, da un punto di vista strettamente geologico, geomorfologico, geotecnico, idrogeologico ed ambientale, l'ipotesi strutturale di progetto appare congruente, idonea e migliorativa alle condizioni del sito.

Seriate, 25 Luglio 2014

Dott. Alberto Velicogna



ALLEGATI

- Rapporti di prova – campioni di terreno

MICROLAB Consulting s.r.l.

V.le G.B. Stucchi, 62/26 - 20900 MONZA (MB)

Tel. 039/830020 - Fax 039/2848289

e-mail: microlabconsulting@yahoo.it

Reg. Imp. Monza e Brianza - P. IVA - C.F. 05330170969

R.E.A. MB 1813184

Cap. Soc. € 10.000,00 I.V.

Spettabile

APPLI s.a.s.

Via Carducci, 15

24068 SERIATE (BG)

Monza, 18/07/2014

Report nr.

2014/001961

Tipo di analisi:

TERRENO

Committente:

ENTE PARCO FLUVIALE LAMBRO DEL LAMBRO

Prelievo effettuato da:

APPLI s.a.s.

Indirizzo cantiere:

RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE - CARATE BRIANZA (MB)

Rif. Campione:

S1A - 1.0 m

RISULTATI ANALITICI

SECONDO D.Lgs n. 152 del 03/04/2006 Allegato n. 5 - Tab. 1

Parametri ricercati	U.M.	Risultato	Metodo di prova	C.L. Tab. A mg/kg ss siti ad uso residenziale	C.L. Tab. B mg/kg ss siti ad uso industriale
Perdita in peso a 105°C	%	8.0	Gravimetria		
Frazione granulometrica, vaglio 2 mm	%	90.0	Vagliatura		
Arsenico	mg/kg ss	2.4	I.C.P.	20	50
Cadmio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.		15
Cromo totale	mg/kg ss	18.4	I.C.P.	150	800
Cobalto	mg/kg ss	3.0	I.C.P.	20	250
Rame	mg/kg ss	5.7	I.C.P.	120	600
Mercurio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.	1	5
Nichel	mg/kg ss	9.9	I.C.P.	120	500
Piombo	mg/kg ss	4.2	I.C.P.	100	1000
Zinco	mg/kg ss	25.8	I.C.P.	150	1500
Cromo esavalente	mg/kg ss	< 1.0	Spettrofotometria UV-visibile	2	15
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/kg ss	7.0	GC FID	50	750
Idrocarburi leggeri (C<12)	mg/kg ss	0.2	GC FID	10	250
Amianto	mg/kg ss	n.r.	Diffrattometria a Raggi X	1000	1000

Note:

I valori surriferiti, ad eccezione di quelli relativi alle sostanze volatili, sono stati determinati nella frazione < 2 mm ai sensi del D.Lgs n. 152 del 3 Aprile 2006.

Il referto riguarda soltanto il campione sottoposto all'analisi.

Il referto non può essere riprodotto, anche parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Metodiche di analisi:

Determinazione metalli: ICP ottico - EPA 6010B/96

Determinazione Cr VI: A.A. - EPA 3060A

Determinazione Hg / As - EPA 6010B

Determinazione idrocarburi pesanti C>12: GC FID

Determinazione idrocarburi leggeri C<12: GC FID

Determinazione amianto: Diffrattometria a raggi X



MICROLAB CONSULTING s.r.l.

Spettabile

APPLI s.a.s.

Via Carducci, 15

24068 SERIATE (BG)

Monza, 18/07/2014

Report nr. 2014/001962

Tipo di analisi: **TERRENO**
Committente: **ENTE PARCO FLUVIALE LAMBRO DEL LAMBRO**
Prelievo effettuato da: **APPLI s.a.s.**
Indirizzo cantiere: **RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE - CARATE BRIANZA (MB)**
Rif. Campione: **S1B - 1.9 m**

RISULTATI ANALITICI					
SECONDO D.Lgs n. 152 del 03/04/2006 Allegato n. 5 - Tab. 1					
Parametri ricercati	U.M.	Risultato	Metodo di prova	C.L. Tab. A mg/kg ss siti ad uso residenziale	C.L. Tab. B mg/kg ss siti ad uso industriale
Perdita in peso a 105°C	%	7.0	Gravimetria		
Frazione granulometrica, vaglio 2 mm	%	88.0	Vagliatura		
Arsenico	mg/kg ss	2.1	I.C.P.	20	50
Cadmio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.		15
Cromo totale	mg/kg ss	16.4	I.C.P.	150	800
Cobalto	mg/kg ss	2.9	I.C.P.	20	250
Rame	mg/kg ss	6.7	I.C.P.	120	600
Mercurio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.	1	5
Nichel	mg/kg ss	8.9	I.C.P.	120	500
Piombo	mg/kg ss	5.6	I.C.P.	100	1000
Zinco	mg/kg ss	24.9	I.C.P.	150	1500
Cromo esavalente	mg/kg ss	< 1.0	Spettrofotometria UV-visibile	2	15
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/kg ss	3.0	GC FID	50	750
Idrocarburi leggeri (C<12)	mg/kg ss	0.1	GC FID	10	250
Amianto	mg/kg ss	n.r.	Diffrattometria a Raggi X	1000	1000

Note:

I valori surriferiti, ad eccezione di quelli relativi alle sostanze volatili, sono stati determinati nella frazione < 2 mm ai sensi del D.Lgs n. 152 del 3 Aprile 2006.

Il referto riguarda soltanto il campione sottoposto all'analisi.

Il referto non può essere riprodotto, anche parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Metodiche di analisi:

Determinazione metalli: ICP ottico - EPA 6010B/96

Determinazione Cr VI: A.A. - EPA 3060A

Determinazione Hg / As - EPA 6010B

Determinazione idrocarburi pesanti C>12: GC FID

Determinazione idrocarburi leggeri C<12: GC FID

Determinazione amianto: Diffrattometria a raggi X

MICROLAB CONSULTING s.r.l.



MICROLAB Consulting s.r.l.

V.le G.B. Stucchi, 62/26 - 20900 MONZA (MB)
Tel. 039/830020 - Fax 039/2848289
e-mail: microlabconsulting@yahoo.it
Reg. Imp. Monza e Brianza - P. IVA - C.F. 05330170969
R.E.A. MB 1813184
Cap. Soc. € 10.000,00 I.V.

Spettabile

APPLI s.a.s.
Via Carducci, 15
24068 SERIATE (BG)

Monza, 18/07/2014

Report nr. 2014/001963

Tipo di analisi: **TERRENO**
Committente: **ENTE PARCO FLUVIALE LAMBRO DEL LAMBRO**
Prelievo effettuato da: **APPLI s.a.s.**
Indirizzo cantiere: **RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE - CARATE BRIANZA (MB)**
Rif. Campione: **S2S - 0.5 m**

RISULTATI ANALITICI					
SECONDO D.Lgs n. 152 del 03/04/2006 Allegato n. 5 - Tab. 1					
Parametri ricercati	U.M.	Risultato	Metodo di prova	C.L. Tab. A mg/kg ss siti ad uso residenziale	C.L. Tab. B mg/kg ss siti ad uso industriale
Perdita in peso a 105°C	%	8.0	Gravimetria		
Frazione granulometrica, vaglio 2 mm	%	72.0	Vagliatura		
Arsenico	mg/kg ss	8.2	I.C.P.	20	50
Cadmio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.		15
Cromo totale	mg/kg ss	33.5	I.C.P.	150	800
Cobalto	mg/kg ss	6.5	I.C.P.	20	250
Rame	mg/kg ss	19.7	I.C.P.	120	600
Mercurio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.	1	5
Nichel	mg/kg ss	16.0	I.C.P.	120	500
Piombo	mg/kg ss	18.3	I.C.P.	100	1000
Zinco	mg/kg ss	65.0	I.C.P.	150	1500
Cromo esavalente	mg/kg ss	< 1.0	Spettrofotometria UV-visibile	2	15
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/kg ss	16.0	GC FID	50	750
Idrocarburi leggeri (C<12)	mg/kg ss	0.1	GC FID	10	250
Amianto	mg/kg ss	n.r.	Diffrattometria a Raggi X	1000	1000

Note:

I valori surriferiti, ad eccezione di quelli relativi alle sostanze volatili, sono stati determinati nella frazione < 2 mm ai sensi del D.Lgs n. 152 del 3 Aprile 2006.

Il referto riguarda soltanto il campione sottoposto all'analisi.

Il referto non può essere riprodotto, anche parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Metodiche di analisi:

Determinazione metalli: ICP ottico - EPA 6010B/96

Determinazione Cr VI: A.A. - EPA 3060A

Determinazione Hg / As - EPA 6010B

Determinazione idrocarburi pesanti C>12: GC FID

Determinazione idrocarburi leggeri C<12: GC FID

Determinazione amianto: Diffrattometria a raggi X

MICROLAB CONSULTING s.r.l.



MICROLAB Consulting s.r.l.

V.le G.B. Stucchi, 62/26 - 20900 MONZA (MB)
Tel. 039/830020 - Fax 039/2848289
e-mail: microlabconsulting@yahoo.it
Reg. Imp. Monza e Brianza - P. IVA - C.F. 05330170969
R.E.A. MB 1813184
Cap. Soc. € 10.000,00 I.V.

Spettabile

APPLI s.a.s.
Via Carducci, 15
24068 SERIATE (BG)

Monza, 18/07/2014

Report nr. 2014/001964

Tipo di analisi: **TERRENO**
Committente: **ENTE PARCO FLUVIALE LAMBRO DEL LAMBRO**
Prelievo effettuato da: **APPLI s.a.s.**
Indirizzo cantiere: **RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE - CARATE BRIANZA (MB)**
Rif. Campione: **S2D - 1.0 m**

RISULTATI ANALITICI					
SECONDO D.Lgs n. 152 del 03/04/2006 Allegato n. 5 - Tab. 1					
Parametri ricercati	U.M.	Risultato	Metodo di prova	C.L. Tab. A mg/kg ss siti ad uso residenziale	C.L. Tab. B mg/kg ss siti ad uso industriale
Perdita in peso a 105°C	%	6.0	Gravimetria		
Frazione granulometrica, vaglio 2 mm	%	73.0	Vagliatura		
Arsenico	mg/kg ss	12.6	I.C.P.	20	50
Cadmio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.		15
Cromo totale	mg/kg ss	47.7	I.C.P.	150	800
Cobalto	mg/kg ss	9.3	I.C.P.	20	250
Rame	mg/kg ss	22.9	I.C.P.	120	600
Mercurio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.	1	5
Nichel	mg/kg ss	19.0	I.C.P.	120	500
Piombo	mg/kg ss	27.0	I.C.P.	100	1000
Zinco	mg/kg ss	94.0	I.C.P.	150	1500
Cromo esavalente	mg/kg ss	< 1.0	Spettrofotometria UV-visibile	2	15
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/kg ss	18.0	GC FID	50	750
Idrocarburi leggeri (C<12)	mg/kg ss	0.4	GC FID	10	250
Amianto	mg/kg ss	n.r.	Diffrattometria a Raggi X	1000	1000

Note:

I valori surriferiti, ad eccezione di quelli relativi alle sostanze volatili, sono stati determinati nella frazione < 2 mm ai sensi del D.Lgs n. 152 del 3 Aprile 2006.

Il referto riguarda soltanto il campione sottoposto all'analisi.

Il referto non può essere riprodotto, anche parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Metodiche di analisi:

Determinazione metalli: ICP ottico - EPA 6010B/96

Determinazione Cr VI: A.A. - EPA 3060A

Determinazione Hg / As - EPA 6010B

Determinazione idrocarburi pesanti C>12: GC FID

Determinazione idrocarburi leggeri C<12: GC FID

Determinazione amianto: Diffrattometria a raggi X



MICROLAB Consulting s.r.l.

V.le G.B. Stucchi, 62/26 - 20900 MONZA (MB)
Tel. 039/830020 - Fax 039/2848289
e-mail: microlabconsulting@yahoo.it
Reg. Imp. Monza e Brianza - P. IVA - C.F. 05330170969
R.E.A. MB 1813184
Cap. Soc. € 10.000,00 I.V.

Spettabile

APPLI s.a.s.
Via Carducci, 15
24068 SERIATE (BG)

Monza, 18/07/2014

Report nr. 2014/001965

Tipo di analisi: **TERRENO**
Committente: **ENTE PARCO FLUVIALE LAMBRO DEL LAMBRO**
Prelievo effettuato da: **APPLI s.a.s.**
Indirizzo cantiere: **RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE - CARATE BRIANZA (MB)**
Rif. Campione: **S3E - 0.5 m**

RISULTATI ANALITICI					
SECONDO D.Lgs n. 152 del 03/04/2006 Allegato n. 5 - Tab. 1					
Parametri ricercati	U.M.	Risultato	Metodo di prova	C.L. Tab. A mg/kg ss siti ad uso residenziale	C.L. Tab. B mg/kg ss siti ad uso industriale
Perdita in peso a 105°C	%	5.0	Gravimetria		
Frazione granulometrica, vaglio 2 mm	%	73.0	Vagliatura		
Arsenico	mg/kg ss	10.9	I.C.P.	20	50
Cadmio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.		15
Cromo totale	mg/kg ss	45.1	I.C.P.	150	800
Cobalto	mg/kg ss	8.3	I.C.P.	20	250
Rame	mg/kg ss	17.4	I.C.P.	120	600
Mercurio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.	1	5
Nichel	mg/kg ss	22.4	I.C.P.	120	500
Piombo	mg/kg ss	18.4	I.C.P.	100	1000
Zinco	mg/kg ss	71.2	I.C.P.	150	1500
Cromo esavalente	mg/kg ss	< 1.0	Spettrofotometria UV-visibile	2	15
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/kg ss	39.0	GC FID	50	750
Idrocarburi leggeri (C<12)	mg/kg ss	0.1	GC FID	10	250
Amianto	mg/kg ss	n.r.	Diffrattometria a Raggi X	1000	1000

Nota:

I valori surriferiti, ad eccezione di quelli relativi alle sostanze volatili, sono stati determinati nella frazione < 2 mm ai sensi del D.Lgs n. 152 del 3 Aprile 2006.

Il referto riguarda soltanto il campione sottoposto all'analisi.

Il referto non può essere riprodotto, anche parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Metodiche di analisi:

Determinazione metalli: ICP ottico - EPA 6010B/96

Determinazione Cr VI: A.A. - EPA 3060A

Determinazione Hg / As - EPA 6010B

Determinazione idrocarburi pesanti C>12: GC FID

Determinazione idrocarburi leggeri C<12: GC FID

Determinazione amianto: Diffrattometria a raggi X

MICROLAB CONSULTING s.r.l.



MICROLAB Consulting s.r.l.

V.le G.B. Stucchi, 62/26 - 20900 MONZA (MB)
Tel. 039/830020 - Fax 039/2848289
e-mail: microlabconsulting@yahoo.it
Reg. Imp. Monza e Brianza - P. IVA - C.F. 05330170969
R.E.A. MB 1813184
Cap. Soc. € 10.000,00 I.V.

Spettabile

APPLI s.a.s.
Via Carducci, 15
24068 SERIATE (BG)

Monza, 18/07/2014

Report nr. 2014/001966

Tipo di analisi: **TERRENO**
Committente: **ENTE PARCO FLUVIALE LAMBRO DEL LAMBRO**
Prelievo effettuato da: **APPLI s.a.s.**
Indirizzo cantiere: **RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE - CARATE BRIANZA (MB)**
Rif. Campione: **S3F - 1.0 m**

RISULTATI ANALITICI					
SECONDO D.Lgs n. 152 del 03/04/2006 Allegato n. 5 - Tab. 1					
Parametri ricercati	U.M.	Risultato	Metodo di prova	C.L. Tab. A mg/kg ss siti ad uso residenziale	C.L. Tab. B mg/kg ss siti ad uso industriale
Perdita in peso a 105°C	%	6.0	Gravimetria		
Frazione granulometrica, vaglio 2 mm	%	73.0	Vagliatura		
Arsenico	mg/kg ss	10.2	I.C.P.	20	50
Cadmio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.		15
Cromo totale	mg/kg ss	42.6	I.C.P.	150	800
Cobalto	mg/kg ss	7.8	I.C.P.	20	250
Rame	mg/kg ss	17.6	I.C.P.	120	600
Mercurio	mg/kg ss	< 1.0	I.C.P.	1	5
Nichel	mg/kg ss	26.5	I.C.P.	120	500
Piombo	mg/kg ss	20.0	I.C.P.	100	1000
Zinco	mg/kg ss	117.5	I.C.P.	150	1500
Cromo esavalente	mg/kg ss	< 1.0	Spettrofotometria UV-visibile	2	15
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/kg ss	130	GC FID	50	750
Idrocarburi leggeri (C<12)	mg/kg ss	0.3	GC FID	10	250
Amianto	mg/kg ss	n.r.	Diffrattometria a Raggi X	1000	1000

Note:

I valori surriferiti, ad eccezione di quelli relativi alle sostanze volatili, sono stati determinati nella frazione < 2 mm ai sensi del D.Lgs n. 152 del 3 Aprile 2006.

Il referto riguarda soltanto il campione sottoposto all'analisi.

Il referto non può essere riprodotto, anche parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Metodiche di analisi:

Determinazione metalli: ICP ottico - EPA 6010B/96

Determinazione Cr VI: A.A. - EPA 3060A

Determinazione Hg / As - EPA 6010B

Determinazione Idrocarburi pesanti C>12: GC FID

Determinazione idrocarburi leggeri C<12: GC FID

Determinazione amianto: Diffrattometria a raggi X

