



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

Geologia Applicata | Geotecnica | Geologia Ambientale  
Idrogeologia | Idrologia | Idraulica

## Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

### RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA ED AMBIENTALE

#### Committente

Infrastrutture Lombarde S.p.A.

#### Località

Zingonia  
Comune di Ciserano (BG)

#### Data

Luglio 2013

#### Relatore

Dott. Geol. Alberto Manella





## INDICE

1 – PREMESSA .....	Pag.	2
2 – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO .....	»	2
2.1 – Caratteristiche geologiche dell'area .....	»	3
2.2 – Conformazione geomorfologica ed idrografica dell'area .....	»	3
2.3 – Assetto idrogeologico dell'area .....	»	4
3 – VINCOLI INSISTENTI SULL'AREA D'INTERVENTO .....	»	5
4 – ANALISI DI COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE .....	»	6
5 – INDAGINE GEOGNOSTICA ESEGUITA .....	»	7
6 – MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO .....	»	9
6.1 – Caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo .....	»	9
6.2 – Proprietà geotecniche del sottosuolo .....	»	10
6.3 – Localizzazione della falda idrica sotterranea .....	»	11
7 – CARATTERISTICHE DELLA COSTRUZIONE IN PROGETTO .....	»	11
8 – CLASSIFICAZIONE SISMICA, PARAMETRI SISMICI DEL SITO E SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE .....	»	12
8.1 - Analisi degli effetti di amplificazione litologica .....	»	12
8.2 - Parametri sismici .....	»	15
8.3 - Analisi della suscettibilità alla liquefazione del terreno .....	»	16
9 - DETERMINAZIONE DELLA CONDUCIBILITA' IDRAULICA DEL TERRENO ..	»	18
10 - CONSIDERAZIONI SULLA SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE	»	19
11 - ANALISI DI STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO .....	»	19
12 - INDAGINE AMBIENTALE SULLA SALUBRITA' DEL SOTTOSUOLO .....	»	20
12.1 - Inquadramento urbanistico del sito .....	»	21
12.2 - Piano di campionamento e analisi .....	»	22
13 – CONCLUSIONE .....	»	24
14 - SINTESI DELLO STUDIO ESEGUITO .....	»	25
15 – ALLEGATI .....	»	26

## 1 - PREMESSA

Su incarico della società Infrastrutture Lombarde S.p.A. è stato eseguito uno studio geologico, geotecnico ed ambientale, finalizzato agli interventi edilizi previsti all'interno del Piano Attuativo in località Zingonia nell'ambito del territorio comunale di Ciserano (BG).

L'area di indagine, indicata nell'allegata corografia in scala 1:10.000, è localizzata all'estremità nord-orientale del territorio comunale, alcune decine di metri a N della Strada Provinciale n. 122.

Lo studio geologico è stato realizzato con l'obiettivo di valutare, in rapporto agli strumenti di pianificazione esistenti, la compatibilità dell'intervento costruttivo con le condizioni di pericolosità geologica del territorio.

L'indagine geognostica è stata finalizzata alla ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sito, accertando la natura litologica e la qualità meccanica del terreno costituente il sottosuolo e l'eventuale presenza di una falda idrica sotterranea.

La relazione geologica, geotecnica ed ambientale, realizzata a completamento dell'analisi dei dati bibliografici e delle prove effettuate in sito ed in laboratorio, contiene la descrizione dell'assetto geologico dell'area, della tipologia d'indagine geognostica effettuata, delle proprietà litostratigrafiche e fisico-meccaniche del sottosuolo e delle verifiche geotecniche condotte, oltre che la definizione della qualità ambientale della matrice suolo e sottosuolo. L'insieme dei dati raccolti ha permesso infine di stabilire le soluzioni costruttive più idonee da adottare in fase esecutiva dei lavori di costruzione delle fondazioni, delle opere di sostegno del terreno e dei dispositivi di dispersione idrica nel sottosuolo.

La costruzione del modello geologico e geotecnico, la programmazione delle indagini e le procedure di verifica tecnica della sicurezza e delle prestazioni sono state eseguite in accordo a quanto previsto dalle "Norme tecniche per le Costruzioni" contenute nel Decreto Ministeriale 14-01-2008 e dai "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" riportati nella D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566, aggiornati con la D.G.R. 30-11-2011 n. IX/2616.

## 2 - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

L'area in esame è situata in zona pianeggiante alla quota altimetrica di circa 162 m s.l.m., all'interno del bacino idrografico del fiume Adda. I caratteri geologici della zona indagata sono riportati nella Carta Geologica e Idrogeologica allegate, desunte rispettivamente dalla Carta Geologica della Provincia di Bergamo e dallo studio geologico di supporto al PGT di Ciserano.



## 2.1 - Caratteristiche geologiche dell'area

La zona pianeggiante è interessata dalla presenza di depositi di copertura superficiale, che rappresentano tutti i terreni quaternari sciolti non litificati, anche se talora cementati, situati al di sopra del substrato roccioso e messi in posto da molteplici processi geologici ai quali risultano correlabili mediante peculiari caratteristiche litologiche e tessiturali. Nell'area esaminata sono presenti depositi di origine fluvio-glaciale ed alluvionale, riconducibili all'azione esercitata dai principali corsi d'acqua in seguito al ritiro delle grandi masse glaciali. I sedimenti riconosciuti si distinguono nelle seguenti cinque unità.

- **Unità Postglaciale:** è costituita da depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi distribuiti lungo la zona perifluviale del torrente Morla;
- **Complesso del Brembo:** è formato da depositi fluvio-glaciali ghiaioso-sabbiosi con clasti poligenici arrotondati raramente alterati; in superficie si rileva l'esistenza di uno strato di alterazione di spessore prossimo a 1,5 m;
- **Unità di Brembate:** è identificata da depositi fluvio-glaciali ghiaioso-sabbiosi con clasti poligenici arrotondati spesso alterati; in superficie si rileva l'esistenza di uno strato di alterazione di spessore massimo pari a 5 m;
- **Complesso di Ponte della Selva:** è caratterizzato da sedimenti fluvio-glaciali ghiaioso-sabbiosi con abbondante matrice limosa e clasti poligenici arrotondati e spesso alterati; in superficie si rileva l'esistenza di un orizzonte di alterazione limo-argilloso di spessore prossimo a 3-4 m;
- **Complesso del Serio:** corrisponde al Complesso del Brembo nella zona compresa nel bacino idrografico del fiume Serio ed è formato da depositi fluvio-glaciali ghiaioso-sabbiosi con clasti poligenici arrotondati generalmente poco alterati; in superficie si rileva l'esistenza di uno strato di alterazione di spessore prossimo a 1 m.

La fascia collinare più prossima al sito indagato, situata ad oltre 10 km di distanza, è occupata dal substrato roccioso cretaceo, le cui unità maggiormente diffuse sono le seguenti:

- 1) **Flysch di Bergamo;** si tratta di una formazione cretacea caratterizzata da calcareniti grigio-nocciola e arenarie grigie micacee alternate a marne grigio-giallastre, con stratificazione da media a sottile;
- 2) **Conglomerato di Sirone;** è formato da conglomerati massivi e stratificati a ciottoli arrotondati di quarzo, gneiss, selce e carbonati;
- 3) **Arenaria di Sarnico;** è costituita da arenarie torbiditiche gradate grigie ed azzurrine da fini a grossolane, localmente con colorazioni anche verdastre, caratterizzate da stratificazione da media a massiva con alcuni orizzonti interessati da interstrati marnosi a stratificazione sottile.

## 2.2 - Conformazione geomorfologica ed idrografica dell'area

L'area pianeggiante, cui appartiene il comparto in esame, possiede una conformazione geomorfologica connessa all'azione del fiume Brembo e del torrente Morla, i quali nel tempo hanno svolto in fasi intermittenti azioni di erosione e di deposito. La testimonianza più lampante dell'azione morfogenetica dei corsi d'acqua è rappresentata dall'**orlo di terrazzamento**

**alluvionale** presente in modo discontinuo sul territorio; esso segna il passaggio fra depositi di differente natura ed età, marcando con un dislivello talora di qualche metro l'orizzonte altimetrico principale della pianura.

Il fiume Brembo ed il Rio Morla risultano iscritti all'elenco delle acque pubbliche ed appartengono al reticolo idrico principale definito ai sensi della D.G.R. n. IX/4287 del 25-10-2012; le aste idriche sono registrate e classificate rispettivamente con la numerazione BG001 e BG185. Il sito costruttivo è situato a circa 1 km di distanza dall'alveo del torrente Morla e a 4 km da quello del fiume Brembo; in relazione agli studi specialistici condotti sul territorio per conto del Comune di Ciserano risulta che l'area in oggetto sia posta al di fuori del raggio d'influenza dei processi di erosione ed esondazione fluviale e che il rischio di esondazione sull'intero comune sia da basso a molto basso.

Il territorio di Ciserano è inoltre solcato da numerose rogge, appartenenti al reticolo di bonifica, che garantiscono la corretta gestione irrigua ed idraulica delle acque di scorrimento superficiale.

### 2.3 - Assetto idrogeologico dell'area

La ricostruzione del quadro delle proprietà idrogeologiche del sottosuolo è avvenuta impiegando i dati contenuti nello Studio Geologico a supporto del Piano di Governo del Comune di Ciserano e quelli raccolti presso la banca dati online della Provincia di Bergamo, interpretando gli elementi tecnici desunti dalle stratigrafie di alcuni pozzi esistenti.

L'esame della stratigrafia dei pozzi nelle aree limitrofe il sito in questione e della sezione idrogeologica allegata ha permesso di verificare la composizione granulometrica del terreno e di individuare tipologie stratigrafiche che si ripetono da zona a zona in profondità. L'immediato sottosuolo è formato da sedimenti prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con frazione limosa subordinata sino a circa 20 m; a profondità maggiore compaiono unità conglomeratiche discontinue e alternanze fra corpi argillosi e corpi ghiaioso-sabbiosi; a partire da circa 50 m si estende un orizzonte compatto e continuo di orizzonti a composizione principale argillosa.

La distribuzione delle curve isopiezometriche, disegnate nella Carta Idrogeologica allegata, evidenzia la seguente situazione idrogeologica:

- a) il movimento delle acque sotterranee presso l'area d'intervento avviene secondo la direzione NE-SW;
- b) il gradiente idraulico medio che produce il flusso è pari allo 0,6%;
- c) la profondità della superficie piezometrica dal piano campagna in corrispondenza dell'area in oggetto è pari a 8-9 m;
- d) in corrispondenza del centro abitato si trova un asse di drenaggio delle acque sotterranee, che si estende con andamento grossolanamente N-S.

Ovviamente le considerazioni esposte si riferiscono al periodo di ricostruzione delle isopiezometriche, ma si deve rammentare che la falda libera, ricaricata abbondantemente dall'acqua di irrigazione dei campi coltivati può subire variazioni di livello anche significative, presumibilmente durante il periodo estivo, quando il fabbisogno idrico delle colture aumenta, e durante le stagioni accompagnate da intense e copiose precipitazioni meteoriche.

Nello studio geologico a supporto del PGT si legge che le oscillazioni del livello piezometrico previste sono dell'ordine di circa 5 m, con massima soggiacenza della falda in aprile-maggio e minima in agosto-settembre; le misure eseguite presso il lago di cava dell'ATEg18, situato all'estremità sud-occidentale del territorio comunale, indicano che la massima oscillazione è stata di circa 7,5 m.

L'esame delle proprietà geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area ha consentito di rilevare l'esistenza dei seguenti fattori di pericolosità geologica, in riferimento ai quali si dovrà realizzare la progettazione esecutiva e definire le procedure edilizie da adottare:

1. presenza nel sottosuolo di terreno sciolto soggetto a rotture e cedimenti per effetto dell'applicazione di carichi esterni o di fenomeni di decompressione
2. bassa soggiacenza della falda freatica.

### 3 - VINCOLI INSISTENTI SULL'AREA D'INTERVENTO

L'analisi delle proprietà geologiche del sito e della fattibilità delle operazioni edilizie ha comportato in via preliminare l'acquisizione di tutte le limitazioni derivanti dalla presenza di vincoli di carattere geologico-ambientale e da studi specifici condotti sul territorio.

La ricostruzione del quadro completo dei vincoli esistenti è stata effettuata attraverso l'esame dei documenti disponibili presso l'Ufficio Tecnico Comunale (studio geologico di supporto al PGT), il Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Bergamo ed il Geoportale della Regione Lombardia.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi dei principali vincoli connessi alla normativa italiana, con gli estremi legislativi di riferimento e l'effettiva insistenza sull'area in oggetto.

Tipologia	Estremi normativi	Presenza
Vincolo idrogeologico	R.D. 30-12-1923 n. 3267	No
Vincolo di polizia idraulica	D.G.R. n. IX/4287 del 25-10-2012	No
Vincolo paesaggistico	D.Lgs. 22-01-2004 n. 42 art. 142	No
Vincolo cimiteriale	D.P.R. 10-09-1990 n. 285 art. 57	No
Vincolo captazione acque sotterranee	D.Lgs. 18-08-2000 n. 258 art. 5	No
Vincolo PAI e Fasce Fluviali	D.P.C.M. 24-05-2001	No
Classe di fattibilità geologica 4	D.G.R. 30-11-2011 n. IX/2616	No
Ambito estrattivo	D.C.R. 14-05-2008 n. VIII/619	No

La progettazione preliminare ed esecutiva dell'opera in questione dovrà essere confrontata con le specifiche limitazioni imposte dagli eventuali vincoli esistenti, adottando accorgimenti costruttivi idonei al soddisfacimento delle prescrizioni attuate dai rispettivi enti gestori.

## 4 - ANALISI DI COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

L'intervento edilizio in previsione contempla la trasformazione di destinazione d'uso delle aree esistenti e la realizzazione di strutture che si devono confrontare con gli elementi di vincolo e rischio, rilevati sul territorio da parte degli enti pubblici deputati alla definizione delle scelte pianificatorie.

Gli estratti allegati provengono dalla documentazione tecnica contenuta nello studio geologico a supporto del PGT, prodotta dal Dott. Geol. Maurizio Facchin su incarico del Comune di Ciserano.

La **Carta dei Vincoli** conferma che non insiste alcun vincolo geologico-ambientale direttamente interferente con il perimetro del Piano Attuativo; in parte è presente nella zona meridionale la fascia di rispetto idraulico di un corso d'acqua appartenente al reticolo di bonifica, che tuttavia non coinvolge settori destinati all'edificazione, rimanendo confinata all'immediato terreno adiacente alla sede stradale provinciale.

Sul territorio di Ciserano non sono presenti dissesti individuati dall'Autorità di Bacino del fiume Po'.

Nella **Carta di Sintesi** dello studio geologico a supporto del PGT l'area in esame è compresa nella perimetrazione connessa a vulnerabilità idrogeologica medio-alta del primo acquifero, dovuta alla bassa soggiacenza della falda libera ed all'elevata permeabilità del terreno insaturo.

La **Carta di Fattibilità Geologica** allegata testimonia che il sito costruttivo è compreso nella classe 2, caratterizzata da modeste limitazioni alla trasformazione di destinazione d'uso dei terreni. La problematica che ha indotto all'attribuzione di tale classe corrisponde all'elevata vulnerabilità del primo acquifero e quindi al possibile rischio di contaminazione della falda idrica sotterranea.

In ragione degli elementi raccolti e delle verifiche effettuate si ritiene che l'intervento edilizio in oggetto sia compatibile con gli strumenti di pianificazione territoriale vigenti; l'affermazione è confortata dall'assenza di vincoli geologico-ambientali, fra cui le aree in dissesto PAI, e di azioni morfogenetiche in atto legate alle acque incanalate.

I fattori di rischio segnalati, sostanzialmente legati alle caratteristiche dei terreni costituenti il sottosuolo ed alla ridotta profondità della superficie piezometrica, sono stati appunto oggetto di approfondimenti geognostici dettagliati sui quali è stata approntata nel presente studio l'analisi delle problematiche geotecniche.

## 5 - INDAGINE GEOGNOSTICA ESEGUITA

L'indagine geognostica è stata programmata con la finalità di definire il modello geotecnico del sottosuolo necessario alla progettazione strutturale, tenendo conto delle dimensioni dell'area di intervento, della tipologia dei fabbricati da costruire e della conformazione geologica della zona. Inoltre è stata predisposta l'indagine ambientale mirata alla definizione delle condizioni di salubrità del suolo e del sottosuolo in rapporto ai criteri contenuti nel D.Lgs. 152/2006.

L'assetto geofisico del sottosuolo ed il comportamento nei confronti di sollecitazioni sismiche dello stesso è stato ricostruito tramite la realizzazione lungo n. 2 stendimenti di 46 e 69 m di:

- n. 1 prospezione sismica con metodo ReMi
- n. 1 indagine con tecnica Masw.

La conoscenza delle caratteristiche litostratigrafiche e meccaniche del sottosuolo è stata affidata all'esecuzione delle seguenti indagini in sito e di laboratorio:

- n. 4 sondaggi meccanici a carotaggio continuo sino a 5 m di profondità cadauno
- n. 4 sondaggi meccanici a carotaggio continuo sino a 20 m di profondità cadauno
- n. 2 piezometri microfessurati a 20 m
- n. 16 prove penetrometriche dinamiche discontinue SPT nei fori di sondaggio
- n. 10 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT
- n. 8 prove di permeabilità in foro con il metodo di Lefranc
- n. 8 analisi granulometriche per setacciatura e sedimentazione
- n. 8 determinazioni dei limiti di Atterberg.

Le proprietà geochimiche del sottosuolo sono state determinate prelevando n. 16 campioni di materiale, nel quale sono stati ricercati i seguenti elementi e composti:

- arsenico
- cadmio
- cromo totale
- cromo esavalente
- cobalto
- rame
- mercurio
- nichel
- piombo
- zinco
- idrocarburi leggeri ( $C \leq 12$ )
- idrocarburi pesanti ( $C > 12$ )
- benzene, toluene, etilbenzene e xilene (BTEX)
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA)
- policlorobifenili (PCB)
- amianto.

Le prove penetrometriche dinamiche continue sono state eseguite con penetrometro pesante avente le seguenti caratteristiche:

- peso della massa battente = 73 kg
- altezza di caduta libera = 0.75 m
- diametro della punta conica = 51 mm
- conicità della punta = 60°
- lunghezza delle aste = 1.5 m
- avanzamento della punta = 30 cm.

L'ubicazione dei punti di indagine è stata stabilita sulla base delle condizioni logistiche del sito e della distribuzione planimetrica ipotetica dei futuri fabbricati, con la finalità di accertare eventuali variazioni spaziali di litologia e caratteristiche geotecniche. Le prove ed i sondaggi sono stati localizzati per volontà della committenza sempre su aree di proprietà comunale, evitando di interferire per ragioni di opportunità e sicurezza con le zone private abitate.

La punta penetrometrica è stata infissa con continuità a partire dal piano campagna per indagare laddove possibile uno spessore di terreno pari a circa 12 m, comprendendo in tal modo la profondità significativa sviluppata all'interno della zona di distribuzione delle tensioni indotte dalle fondazioni degli edifici in progetto. Tuttavia nove prove sono state interrotte fra 1,8 e 11,7 m di profondità dal piano campagna, in seguito al raggiungimento di orizzonti dotati di compattezza tale da impedire l'ulteriore avanzamento.

Le prove SPT nei fori di sondaggio hanno permesso di testare la resistenza del terreno sino alla profondità di 20 m, indagando quindi un settore verticale più ampio di quello raggiunto dalle prove SCPT.

I sondaggi meccanici a scopo solo ambientale sono stati spinti sino alla profondità di 5 m, consentendo il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi chimica; quelli con finalità ambientale e geotecnica hanno invece toccato la profondità di 20 m, permettendo di accertare la natura del sottosuolo entro il volume significativo e di intercettare livelli stratigrafici caratterizzati da differenti stati di addensamento e permeabilità.

In corrispondenza di due sondaggi meccanici a 20 m è stato installato un piezometro in pvc microfessurato, dove è stato misurato il livello piezometrico al termine dei lavori; la verifica periodica futura potrà fornire nel tempo l'entità delle oscillazioni della superficie piezometrica.

La prospezione geofisica è stata organizzata e strutturata per esaminare una porzione di sottosuolo pari a 30 m di profondità dal piano campagna e determinarne la velocità delle onde trasversali, così come previsto dalle "Norme tecniche per le Costruzioni" contenute nel Decreto Ministeriale 14-01-2008. Inoltre la profondità raggiunta in entrambe le linee sismiche ha consentito l'intercettazione del bedrock sismico, corrispondente a velocità  $V_s$  maggiore o uguale a 800 m/s, fondamentale per la determinazione del periodo proprio del sito e per l'applicazione delle procedure di secondo livello.

## 6 - MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Il modello geotecnico del sottosuolo appartenente al sito in esame è stato ricostruito mediante le informazioni fornite dal modello geologico e tramite i dati tecnici elaborati dalle indagini geognostiche. In tal modo è stato possibile creare uno schema sintetico delle caratteristiche stratigrafiche e fisico-meccaniche del terreno compreso all'interno del volume significativo.

### 6.1 - Caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo

Le stratigrafie dei sondaggi allegate evidenziano chiaramente che il sottosuolo indagato è formato sino a 20 m di profondità da sedimenti prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, con frazione limosa nettamente subordinata; in superficie è presente uno strato di alterazione limoso sabbioso ghiaioso di spessore massimo pari a 2,4 m. L'orizzonte ghiaioso-sabbioso granulare è caratterizzato localmente da livelli centimetrici a maggiore frazione limosa, mentre in prossimità del limite di profondità raggiunto dalle perforazioni si rileva lo sviluppo di sottili e poco compatti strati di conglomerato.

Le analisi geotecniche di laboratorio condotte sui campioni prelevati, per i cui dettagli si rimanda al certificato allegato, hanno permesso di stabilire con precisione le caratteristiche granulometriche dei terreni esaminati, ottenendo in sintesi i seguenti risultati:

Campione e profondità	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Limite liquido (%)	Limite plastico (%)	Indice di plasticità (-)
S1A1 (2,5-3,0 m)	68	17	15	0	-	-	-
S1A2 (7,5-8,0 m)	63	24	11	2	-	-	-
S4A1 (8,0-8,5 m)	45	29	22	4	-	-	-
S4A2 (12,5-13,0 m)	62	23	13	2	-	-	-
S5A1 (11,5-12,0 m)	44	28	24	4	-	-	-
S5A2 (18,5-19,0 m)	38	33	23	6	-	-	-
S7A1 (5,0-5,5 m)	52	23	21	4	35	25	10
S7A2 (16,5-17,0 m)	47	32	17	4	-	-	-

Come si nota i sedimenti analizzati possiedono percentuale di frazione granulare ghiaioso-sabbiosa sempre superiore al 70%, testimoniando il comportamento incoerente del deposito; la frazione coesiva è rappresentata quasi esclusivamente da limo, mentre l'argilla è assente o caratterizzata da percentuale massima del 6%.

In quasi tutti i campioni non è stato possibile determinare il limite liquido, a testimonianza della scarsa o nulla plasticità del materiale passante al setaccio ASTM n. 40 (0,420 mm); il solo campione S7A1 ha fornito valori quantificabili, ma sempre molto ridotti compatibilmente con una discreta resistenza al taglio ed una ridotta compressibilità della componente fine del deposito.

La descrizione dei campioni secondo la procedura UNI varia da ghiaia sabbiosa limosa a ghiaia con sabbia limosa (in un solo caso debolmente argillosa); la classificazione USCS ha fornito le categorie prevalenti GM e SM, con un solo caso GC. Si tratta quindi di materiali ghiaiosi e sabbiosi con frazione fine sempre superiore al 12% e dotata di plasticità scarsa o nulla.

## 6.2 - Proprietà geotecniche del sottosuolo

La caratterizzazione fisico-meccanica del terreno è avvenuta interpretando i risultati delle prove penetrometriche dinamiche continue e discontinue. I valori di resistenza penetrometrica sono stati elaborati e rappresentati nei diagrammi penetrometrici allegati, che indicano le variazioni di proprietà meccaniche del terreno lungo la profondità investigata.

In corrispondenza di ogni singola prova il sottosuolo è stato suddiviso in strati omogenei, caratterizzati da proprietà meccaniche costanti e quindi identificati da specifici parametri geotecnici ricavati per correlazione dalla resistenza penetrometrica. Le prove penetrometriche SPT hanno permesso di acquisire dati nell'intervallo di profondità non raggiunto dalle prove penetrometriche SCPT; i valori rilevati sono risultati elevati ed in sostanziale accordo fra i quattro sondaggi.

In relazione agli elementi litostratigrafici del sottosuolo a disposizione si è deciso di interpretare il terreno in tutta la profondità indagata come materiale incoerente e perciò dotato di resistenza esclusivamente legata all'angolo di attrito interno; la coesione intercetta è stata ipotizzata a favore della sicurezza pari a 0.0 t/m<sup>2</sup>, compatibile con una situazione di sollecitazione meccanica in condizioni drenate.

L'assetto stratigrafico medio deducibile dai sondaggi e dalle prove consente di suddividere sinteticamente il sottosuolo nei seguenti strati, caratterizzati da specifiche resistenze penetrometriche e parametri caratteristici.

Proprietà e parametri caratteristici del terreno	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4
Descrizione	Terreno incoerente	Terreno incoerente	Terreno incoerente	Terreno incoerente
Intervallo di profondità (m)	0,0-9,0	9,0-12,0	12,0-15,0	15,0-20,0
Resistenza penetrometrica	10	15	21	28
Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	2,0	2,0	2,0	2,0
Angolo di attrito interno (°)	28	31	33	35
Coesione non drenata (t/m <sup>2</sup> )	-	-	-	-

Si segnala che il modello geotecnico descritto è stato ricostruito mediando i valori di resistenza ed il loro andamento in profondità in tutte le verticali d'indagine; le prove continue, sviluppate sino a 12 m di profondità, indicano l'esistenza di una discreta eterogeneità spaziale della resistenza penetrometrica, con risultati più scadenti in corrispondenza della prova n. 4 e 10.

Nella maggior parte delle prove SCPT il primo strato di 9 m di spessore, con valori mediati nel modello geotecnico, è in realtà costituito da un orizzonte compatto sino a circa 3,5 m di profondità e da un livello scarsamente addensato fra 3,5 e 6,0 m. Ad ogni buon conto il modello proposto rappresenta una sintesi valida a livello generale, ma che dovrà essere affinata in fase esecutiva con indagini più fitte.

### 6.3 - Localizzazione della falda idrica sotterranea

Durante l'esecuzione dei sondaggi meccanici più profondi è stata riscontrata la presenza di acqua, certamente riconducibile alla falda freatica principale legata al cosiddetto primo acquifero.

Il livello piezometrico della falda libera è stato misurato con precisione all'interno dei piezometri installati al termine dei sondaggi n. 4 e 5; la rilevazione eseguita in data 03-07-2013 ha fornito i seguenti risultati:

- o piezometro sondaggio n. 4 = 7,09 m dal piano campagna
- o piezometro sondaggio n. 5 = 7,19 m dal piano campagna.

Al momento attuale e con i dati a disposizione non è possibile quantificare con precisione le oscillazioni stagionali della falda, soprattutto per effetto di eventi meteorici intensi e prolungati; allo stesso modo non si può stabilire se i livelli accertati si avvicinino ai valori massimi o minimi di soggiacenza.

Tuttavia, come accennato in precedenza, nello studio geologico a supporto del PGT si segnala un'oscillazione media sul territorio comunale di circa 5 m, con valore massimo di 7,5 m in corrispondenza della cava situata all'estremità sud-occidentale.

## 7 - CARATTERISTICHE DELLA COSTRUZIONE IN PROGETTO

L'analisi delle problematiche geotecniche e la verifica della sicurezza dell'opera non può prescindere dalla tipologia del manufatto da realizzare; pertanto su indicazione della committenza sono state riunite alcune informazioni sintetiche in merito alle caratteristiche delle costruzioni in progetto.

L'intervento edilizio prevede la costruzione di edifici commerciali e direzionali, dotati di 2-3 piani fuori terra ed un piano interrato.

In relazione a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni si riassumono sinteticamente le proprietà tecniche della costruzione in progetto, che dovranno essere impiegate per il dimensionamento strutturale dell'opera:

- tipo di costruzione = 2, opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe, di dimensioni contenute, o di importanza normale
- vita nominale  $V_N \geq 50$  anni
- classe d'uso = III, costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi
- coefficiente d'uso  $C_U = 1,5$
- periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R \geq 75$  anni.

## 8 - CLASSIFICAZIONE SISMICA, PARAMETRI SISMICI DEL SITO E SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

La classificazione sismica del sito è stata realizzata in riferimento ai contenuti delle normative indicate nella premessa; la categoria del sottosuolo è stata identificata impiegando la velocità delle onde di taglio misurate sino a 30 m di profondità. Queste ultime sono state definite attraverso la prospezione geofisica, per i cui dettagli si rimanda al certificato allegato e prodotto dal Dott. Ing. Damiano Patelli.

L'elaborazione dei dati raccolti dalla prospezione geofisica è avvenuta tenendo in considerazione gli elementi stratigrafici e geotecnici desunti dalle indagini geognostiche dirette.

Il calcolo della  $V_{s30}$ , effettuato nei primi 30 m come media pesata fra i vari strati secondo i criteri previsti dalla normativa, ha condotto ad un valore pari a 467 m/s per la linea sismica A e 437 m/s per la linea sismica B; in entrambi i casi il terreno si configura nella categoria di suolo di fondazione B.

In relazione ai contenuti della D.G.R. 30-11-2011 n. IX/2616 l'area in oggetto è identificata nello studio geologico del PGT come scenario di pericolosità sismica locale Z4a "zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi". Tale contesto indica il rischio che un evento sismico ed i relativi scuotimenti producano effetti di amplificazione litologica in grado di alterare i risultati di un sisma sulla base di quanto previsto dalla normativa nazionale.

### 8.1 - Analisi degli effetti di amplificazione litologica

Le condizioni geologiche e morfologiche di un sito possono generare la possibilità, in occasione di eventi sismici, di effetti di amplificazione che possano alterare la situazione di pericolosità sismica dell'area stabilita dalla normativa.

Considerato che l'area è priva di creste e scarpate ed è dotata di acclività inferiore a 15° non si possono attendere effetti di amplificazione topografica, bensì litologica e cioè legata alle proprietà geotecniche dei materiali che subiscono le sollecitazioni sismiche, alterando



l'ampiezza, la durata ed il contenuto in frequenza che un moto sismico può avere durante l'attraversamento degli strati di terreno.

La procedura di valutazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione litologica è stata eseguita secondo i criteri previsti dalla D.G.R. 30-11-2011 n. IX/2616, utilizzando la scheda allegata riferita alla litologia ghiaiosa. Nell'ambito della porzione di terreno indagato sono state individuate litologie miste, con netta prevalenza di ghiaia e sabbia; pertanto si è deciso di impiegare la scheda che complessivamente raggruppa i terreni in questione e permette di rientrare nel campo di validità definito.

I dati raccolti per la ricostruzione del modello geologico e sismico provengono da indagini effettuate direttamente dallo scrivente in tale sede. Come proposto dalla D.G.R. 30-11-2011 n. IX/2616, si rappresenta sinteticamente nella tabella seguente il livello di attendibilità dei vari dati impiegati per l'attuazione della valutazione di secondo livello.

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	<b>Alta</b>	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	<b>Alta</b>	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	<b>Alta</b>	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

L'andamento delle velocità delle onde trasversali con la profondità è stato desunto dal certificato dell'indagine geofisica allegato. La successione ottenuta in corrispondenza delle due linee sismiche è sintetizzata nelle seguenti tabelle:

LINEA A		
Strato	Profondità del letto (m)	Velocità delle onde trasversali (m/s)
1	1,5	278
2	3,3	295
3	5,6	304
4	8,5	320
5	12,1	429
6	16,5	561
7	22,1	653
8	29,1	697
9	37,9	714
10	47,4	994

LINEA B		
Strato	Profondità del letto (m)	Velocità delle onde trasversali (m/s)
1	1,2	227
2	2,7	246
3	6,8	289
4	9,7	330
5	13,3	481
6	17,8	579
7	23,4	614
8	31,6	655
9	38,0	1034

All'interno della scheda per la valutazione dell'amplificazione litologica è stata scelta in funzione della profondità e della velocità delle onde sismiche trasversali  $V_s$  la curva più appropriata per la valutazione del fattore di amplificazione sismica  $F_a$  negli intervalli 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s in base al valore del periodo proprio del sito  $T$ . Quest'ultimo è stato calcolato sino al bedrock sismico mediante la seguente formula:

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

ove  $h_i$  e  $V_{s_i}$  sono lo spessore e la velocità dello strato  $i$ -esimo del modello.

Gli intervalli di periodo prescelti sono stati definiti in rapporto al periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più diffuse sul territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0,1-0,5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0,5-1,5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

Applicando la procedura descritta, rappresentata nelle schede allegate, sono stati ottenuti i seguenti risultati:

#### **Linea A**

- Periodo proprio del sito  $T = 0,27$  s
- Fattore di amplificazione  $F_a$  per l'intervallo 0,1-0,5 s = 1,38
- Fattore di amplificazione  $F_a$  per l'intervallo 0,5-1,5 s = 1,12

#### **Linea B**

- Periodo proprio del sito  $T = 0,25$  s
- Fattore di amplificazione  $F_a$  per l'intervallo 0,1-0,5 s = 1,57
- Fattore di amplificazione  $F_a$  per l'intervallo 0,5-1,5 s = 1,11.

La valutazione del grado di protezione è stata effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di  $F_a$  ottenuto dalle schede litologiche con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica, per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche e per i due intervalli di periodo 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s. Il parametro in questione, riportato nella banca dati della Regione Lombardia, rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

Considerato che il sottosuolo indagato appartiene alla categoria B sono stati confrontati i valori di  $F_a$  ottenuti con i seguenti parametri proposti dalla Regione per Ciserano:

- $F_a$  soglia 0,1-0,5 s = 1,5
- $F_a$  soglia 0,5-1,5 s = 1,7

Come si nota la normativa nazionale risulta adeguata a rappresentare i reali effetti di amplificazione sismica per entrambi gli intervalli di periodo (si accetta una variabilità di +0,1 nel fattore di amplificazione). Tuttavia, considerato che per strutture dotate di periodo compreso fra 0,1 e 0,5 s il fattore di amplificazione è molto prossimo al valore soglia, si propone cautelativamente di determinare i parametri sismici sulla base dello spettro della **categoria di suolo C**.

## 8.2 - Parametri sismici

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è rappresentato dallo **spettro di risposta elastico**, costituito da una forma spettrale moltiplicata per l'accelerazione massima. Per definire il livello di protezione antisismica della costruzione si dovrà attribuire in sede progettuale un fattore d'importanza al fabbricato da realizzare, associandolo agli effetti prodotti dall'azione sismica nello stato limite di collasso e di danno.

Nell'ambito della suddivisione in zone sismiche del territorio nazionale il comune di Ciserano è inserito nella **zona 4**. La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto è stata effettuata direttamente per il sito in esame, sulla base delle informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella tabella 1 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008, ipotizzando che gli edifici di futura costruzione appartengano alla classe III, che la relativa struttura abbia una vita nominale pari a 50 anni (tipo di costruzione 2), che la categoria di suolo sia C e che la categoria topografica sia T1.

I parametri di pericolosità sismica ed i coefficienti sismici, ottenuti mediante GeoStru PS, sono riportati nelle tabelle seguenti:

Stato limite	Prob. sup. (%)	$T_r$ (anni)	$\alpha_a$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c^*$ (s)
Operatività (SLO)	81	45	0,036	2,476	0,211
Danno (SLD)	63	75	0,046	2,443	0,231
Salvaguardia vita (SLV)	10	712	0,125	2,442	0,274
Prevenzione collasso (SLC)	5	1462	0,161	2,480	0,281

Stato limite	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
Operatività (SLO)	1,500	1,760	1,000	0,011	0,005	0,524	0,200
Danno (SLD)	1,500	1,700	1,000	0,014	0,007	0,681	0,200
Salvaguardia vita (SLV)	1,500	1,610	1,000	0,045	0,023	1,840	0,240
Prevenzione collasso (SLC)	1,460	1,600	1,000	0,057	0,028	2,310	0,240

In conclusione si aggiunge alle considerazioni effettuate che il sottosuolo oggetto delle operazioni edilizie non è soggetto a rischi connessi con la presenza di pendii e/o di rotture per faglia; l'area d'intervento appartiene alla categoria topografica T1, caratterizzata da "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

Per quanto attiene l'analisi di eventuali effetti cosismici durante un sisma si propone in prima istanza di adottare i seguenti valori dei fattori di amplificazione rispettivamente stratigrafica e topografica:

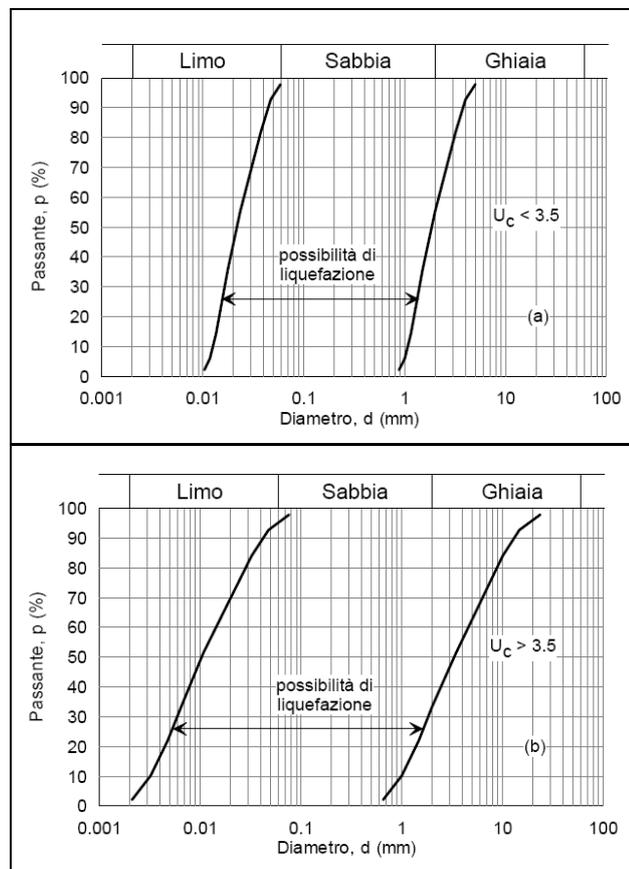
- $S_s = 1,50$  (categoria di sottosuolo C)
- $S_T = 1,00$  (categoria topografica T1).

### 8.3 - Analisi della suscettibilità alla liquefazione del terreno

La liquefazione è un fenomeno di riduzione della resistenza al taglio causata dall'incremento della pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante uno scuotimento sismico.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni prevedono che la verifica a liquefazione possa essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

- eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$ ;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica dinamica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure resistenza penetrometrica statica normalizzata  $q_{c1N} > 180$ ;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) delle NTC 2008 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  $U_c > 3,5$ .



Sulla base delle proprietà geologiche del sito, della analisi granulometriche a disposizione e dei dati sismici storici raccolti è possibile affermare che sussista la condizione e) per escludere la possibilità di insorgenza del fenomeno della liquefazione. Tuttavia parte delle curve granulometriche ricostruite interferiscono con il fuso di riferimento per basse percentuali; si consiglia quindi in fase esecutiva di progettazione di eseguire un'analisi quantitativa sulla probabilità di accadimento del fenomeno della liquefazione.

In tale sede si propongono in via preliminare i risultati dei seguenti due metodi di analisi qualitativa.

#### Criterio di Youd e Perkins (1978)

- Pianure e conoidi alluvionali
- Età del deposito = Pleistocene Superiore
- Suscettibilità alla liquefazione = bassa

#### Criterio di Obermeier (1996)

- Deposito del tardo Pleistocene
- Profondità della falda = 3-10 m
- Suscettibilità alla liquefazione = nulla.

INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di Ciserano (BG)

## 9 - DETERMINAZIONE DELLA CONDUCIBILITA' IDRAULICA DEL TERRENO

Nel contesto delle indagini e degli studi condotti sull'ambito di trasformazione è stato richiesto di verificare la permeabilità del sottosuolo, nell'ottica di esaminare la capacità di assorbimento del terreno e realizzare eventuali dispositivi di dispersione idrica.

La determinazione del coefficiente di conducibilità idraulica del terreno lungo la profondità investigata è stata realizzata effettuando complessivamente n. 8 prove di permeabilità nei fori di sondaggio lunghi 20 m con il **metodo di Lefranc**.

La procedura contempla il raggiungimento con il tubo di rivestimento della profondità desiderata, il sollevamento dello stesso per circa 50 cm, l'inserimento di un filtro di ghiaietto e l'immissione di acqua sino al completo riempimento della tubazione installata. A questo punto la prova può essere eseguita a carico variabile, misurando gli abbassamenti del livello idrico nel tempo, o a carico costante, immettendo una quantità di acqua pari a quella assorbita.

Nella fattispecie si è tentato di realizzare le prove di permeabilità sia a carico costante che a carico variabile, con la finalità di confrontare i risultati ottenuti.

Si sottolinea che l'elevata permeabilità del terreno, riscontrata in tutte le prove eseguite, non ha permesso in 7 casi su 8 di riempire la tubazione e raggiungere con il pelo dell'acqua la sommità della stessa. Si è quindi dovuto limitare la determinazione numerica del coefficiente di conducibilità idraulica al valore minimo.

I risultati ricavati, riferiti alla geometria ed ai parametri indicati nelle schede allegate, vengono sintetizzati nella tabella seguente:

Prova	Profondità (m)	Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) a carico variabile / a carico costante
S1P1	4,5	> $1,72 \cdot 10^{-4}$
S1P2	9,0	> $9,13 \cdot 10^{-5}$
S4P1	4,5	> $1,72 \cdot 10^{-4}$
S4P2	7,5	> $1,08 \cdot 10^{-4}$
S5P1	4,5	> $1,72 \cdot 10^{-4}$
S5P2	6,0	$4,42 \cdot 10^{-5} / 5,58 \cdot 10^{-5}$
S7P1	3,0	> $2,60 \cdot 10^{-4}$
S7P2	6,0	> $1,50 \cdot 10^{-4}$

Come si osserva il grado di permeabilità risulta abbastanza elevato, compatibilmente con la granulometria del terreno, caratterizzato in prevalenza da sedimenti ghiaioso-sabbiosi, con frazione limo-argillosa subordinata.

Si desume quindi che il sottosuolo sia dotato di buona capacità di assorbimento (minimo coefficiente di conducibilità idraulica =  $10^{-4}$  m/s) e che la dispersione idrica nello stesso sia possibile con risultati soddisfacenti nel terreno insaturo. Tuttavia l'elevata vulnerabilità della falda libera richiede una verifica specifica delle caratteristiche chimiche dei fluidi da immettere nel sottosuolo, in modo da evitare la contaminazione delle acque sotterranee destinate al consumo umano.

## 10 - CONSIDERAZIONI SULLA SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE

Allo stato attuale sull'ambito di trasformazione in oggetto non vi sono previsioni costruttive definitive, sia in merito alla tipologia architettonica degli edifici che alle caratteristiche strutturali degli stessi.

Le indagini geognostiche effettuate e la parametrizzazione del terreno costituente il sottosuolo hanno permesso di acquisire tutti gli elementi indispensabili per il futuro dimensionamento delle fondazioni e per le verifiche delle prestazioni strutturali.

Per il momento è quindi solo possibile formulare alcune considerazioni, che dovranno essere esaminate in sede di progettazione definitiva per la scelta della tipologia e delle caratteristiche delle fondazioni.

L'acqua nel sottosuolo è situata in questo momento a profondità superiore a quella di un ipotetico piano interrato; tuttavia l'oscillazione periodica e la decompressione prodotta dallo scavo di sbancamento possono comportare la risalita di acqua. Si profila quindi una triplice soluzione:

1. la creazione di un solo piano interrato non garantisce dall'innalzamento della superficie piezometrica, che potrebbe interferire con la struttura; si possono realizzare fondazioni tradizionali su plinto e/o trave rovescia senza impermeabilizzazione, ma accettando che in condizioni eccezionali l'interrato possa essere soggetto a filtrazioni d'acqua;
2. in caso di formazione di più piani interrati è consigliabile la realizzazione di fondazioni su platea, con opere di impermeabilizzazione che preservino l'integrità delle fondazioni e soprattutto delle porzioni edificate soggette all'utilizzo previsto;
3. nell'eventualità in cui non si crei il piano interrato è possibile costruire fondazioni isolate su plinto o continue su trave rovescia, predisponendo adeguati vespai di aerazione.

Le indagini geognostiche effettuate e la parametrizzazione del terreno costituente il sottosuolo hanno permesso di acquisire tutti gli elementi indispensabili per il futuro dimensionamento delle fondazioni e per le verifiche delle prestazioni strutturali.

La presenza di acqua nel sottosuolo, riconducibile alla falda freatica, induce a ritenere opportuno il ricorso ad opere di impermeabilizzazione, che preservino l'integrità delle fondazioni e delle porzioni edificate, solo nel caso in cui si realizzino uno o più piani interrati.

Per il momento è quindi solo possibile formulare alcune considerazioni, che dovranno essere esaminate in sede di progettazione definitiva per la scelta della tipologia e delle caratteristiche delle fondazioni.

## 11 - ANALISI DI STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

La realizzazione dei nuovi edifici richiederà l'esecuzione di uno scavo di sbancamento di entità variabile in funzione del numero di piani interrati che si intendono costruire.

Considerata la necessità di garantire la sicurezza degli operatori in cantiere e capitalizzare le operazioni di sbancamento è stata valutata la stabilità dei fronti di scavo a breve termine, onde definirne le condizioni di sicurezza in attesa della predisposizione definitiva delle opere di sostegno.

Il terreno interessato dallo sbancamento è costituito prevalentemente da materiale granulare ghiaioso-sabbioso, con uno strato superficiale in parte riportato di spessore prossimo a 1 m; il comportamento meccanico è spiccatamente di tipo incoerente e non vi sono metodi di calcolo della coesione non drenata, il cui valore può essere ipotizzato comunque molto modesto.

Pertanto non è possibile formulare una valutazione numerica della stabilità del fronte di scavo; tuttavia, sulla base delle esperienze maturate in zone adiacenti ed ipotizzando un'altezza di 3-4 m, si assume che il fronte possa essere stabile a breve termine, in assenza di sovraccarichi esterni, per la presenza di una piccola aliquota di coesione non drenata, applicando una pendenza della scarpata inferiore a 60°.

In ogni caso la presenza dell'acqua nel sottosuolo, la vicinanza di strutture edificate e l'eterogeneità del terreno richiedono la verifica puntuale in sede esecutiva, sulla base dell'effettiva entità e localizzazione delle aree di scavo.

## 12 - INDAGINE AMBIENTALE SULLA SALUBRITA' DEL SOTTOSUOLO

La demolizione degli edifici esistenti e la rimozione delle pavimentazioni comporteranno la produzione di rifiuti di varia tipologia; lo scavo di sbancamento del terreno invece potrà generare rifiuti o sottoprodotti in funzione delle caratteristiche chimiche e delle modalità di trattamento dello stesso.

In via preliminare l'indagine ambientale è stata approntata sulla matrice sottosuolo con la finalità di:

1. verificare l'esistenza di contaminazione del terreno
2. determinare la concentrazione di alcune sostanze ed elementi, da confrontare con i limiti di legge per definire le modalità di gestione ed allontanamento del materiale di scavo futuro.

In applicazione dell'articolo 184-bis, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni, si definisce sottoprodotto di cui all'articolo 183, comma 1, lettera qq), del medesimo decreto legislativo, il materiale da scavo che risponde ai seguenti requisiti:

- a) il materiale da scavo è generato durante la realizzazione di un'opera, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- b) il materiale da scavo è utilizzato in conformità al Piano di Utilizzo:
  - nel corso dell'esecuzione della stessa opera, nel quale è stato generato, o di un'opera diversa, per la realizzazione di rinterri, riempimenti, rimodellazioni,

- rilevati, ripascimenti, interventi a mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;
- in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;
- c) il materiale da scavo è idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- d) il materiale da scavo, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla precedente lettera b, soddisfa i requisiti di qualità ambientale.

L'indagine condotta in tale sede ha perseguito lo scopo di accertare la sussistenza dei requisiti sopra elencati, in modo da programmare seppure in fase preventiva le modalità di allontanamento e smaltimento del terreno derivante dagli scavi.

### 12.1 - Inquadramento urbanistico del sito

Le caratteristiche urbanistiche del sito e la tipologia delle varie attività svoltesi sull'area sono state ricostruite attraverso l'analisi dei documenti disponibili negli archivi comunali.

In relazione alle informazioni raccolte risulta che nel vicino passato l'area sia sempre stata a destinazione residenziale, con attività commerciali al piano terra e terreni adiacenti interessati da attività artigianali ed industriali.

Il PRG inseriva l'area in zona Bc residenziale di completamento, con verde attrezzato, parcheggi e strutture viarie di alto traffico.

La destinazione urbanistica prevista nel PGT, di cui si riporta di seguito un estratto cartografico, prevede un ambito di riqualificazione denominato ARU01 ed avente carattere sopralocale e di prevalenza su tutte le norme.



La riqualificazione prevede la demolizione delle strutture esistenti, la ricostruzione di edifici a destinazione commerciale-direzionale e la riorganizzazione del tessuto viario. Gli indici di edificabilità sono i seguenti:

- $S_t = 33.953 \text{ m}^2$
- $S_{lp} = 20.000 \text{ m}^2$
- $H_{max} = 30 \text{ m}$ .

## 12.2 - Piano di campionamento e analisi

Il quadro urbanistico descritto e lo stato di fatto dell'area indicano che un'eventuale contaminazione del terreno possa essere legata alle azioni antropiche connesse allo sfruttamento residenziale dell'area ed agli effetti del traffico veicolare. La scelta dei parametri da ricercare sui campioni prelevati è avvenuta proprio in ragione delle possibili fonti di inquinamento, con la finalità di accertare le condizioni di salubrità del terreno e verificarne la compatibilità con la destinazione futura.

Il prelievo dei campioni è stato eseguito in tutti gli 8 sondaggi, a profondità compresa fra 1 e 5 m dal piano campagna; per ogni sondaggio sono stati raccolti 2 campioni, analizzando quindi complessivamente **n. 16 campioni**. Come già segnalato in precedenza le perforazioni sono state effettuate sulle aree di proprietà comunale, non potendo indagare per motivi di sicurezza i cortili interni e le zone perimetrali adiacenti alle strutture esistenti.

Pertanto l'estensione dell'indagine ambientale consente in tale sede solo una valutazione preliminare delle proprietà geochimiche del sottosuolo, che dovranno essere ulteriormente approfondite in fase di progettazione esecutiva.

Lo spettro dei composti ed elementi da ricercare nei campioni estratti è stato definito sulla base delle previsioni di possibile contaminazione, legata alle attività svoltesi sull'area. La concentrazione dei parametri ricercati è stata confrontata con i valori limite contenuti nelle colonne A e B dell'allegato 5, alla parte IV del D.Lgs. 152/2006.

I risultati ottenuti dalle analisi chimiche sono indicati sinteticamente nelle tabelle seguenti, dove i valori di concentrazione delle sostanze e degli elementi ricercati sono espressi in mg/kg; per maggiori dettagli si rimanda ai certificati allegati, prodotti dal laboratorio che ha eseguito le determinazioni.

Camp.	P. (m)	As	Cd	Co	Cr t	Cr VI	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
S1C1	1,4	18,9	<0,2	12,3	22,1	<0,2	12,3	<0,1	13,6	16,6	41,6
S1C2	3,8	14	<0,2	3,99	7,69	<0,2	3,99	<0,1	4,24	4,54	16,7
S2C1	2,0	7,19	<0,2	3,49	4,30	<0,2	3,49	0,19	3,68	2,50	11,3
S2C2	4,8	8,81	<0,2	10,3	6	<0,2	10,3	<0,1	2,81	2,47	16
S3C1	1,0	10,9	<0,2	11,5	5,87	<0,2	11,5	<0,1	4,01	3,99	20,5
S3C2	3,0	10,2	<0,2	10,1	3,75	<0,2	10,1	<0,1	2,59	2,67	20
S4C1	0,8	7,63	<0,2	3,61	4	<0,2	3,61	<0,1	2,91	2,24	12,07
S4C2	3,5	8,07	<0,2	8,41	3,42	<0,2	4,76	<0,1	2,59	4,54	9,08
S5C1	1,8	7,27	<0,2	3,64	5,54	<0,2	3,64	<0,1	3,29	2,99	17,4



S5C2	3,5	9,05	<0,2	4,51	5,42	<0,2	4,51	<0,1	2,57	2,82	13
S6C1	0,7	5,73	<0,2	7,09	13,1	<0,2	7,09	<0,1	10,6	3,86	22
S6C2	4,2	10,5	<0,2	6,73	4,29	<0,2	6,73	<0,1	3,21	3,03	14,1
S7C1	1,5	9,66	<0,2	4,45	5,06	<0,2	4,45	<0,1	3,52	3,09	13,2
S7C2	2,8	6,23	<0,2	2,77	2,32	<0,2	2,77	<0,1	1,71	2,41	8,87
S8C1	1,0	18,8	<0,2	15,6	22,3	<0,2	15,6	<0,1	14,4	24,4	57,9
S8C2	4,6	8,25	<0,2	6,85	4,37	<0,2	6,85	<0,1	2,67	2,50	13,3
Limite tabella 1, colonna A	20	2	20	150	2	120	1	120	100	150	
Limite tabella 1, colonna B	50	15	250	800	15	600	5	500	1000	1500	

Camp.	P. (m)	C≤12	C>12	Amianto
S1C1	1,4	<1	27	< limite di rilevabilità
S1C2	3,8	<1	23	< limite di rilevabilità
S2C1	2,0	<1	15	< limite di rilevabilità
S2C2	4,8	<1	29	< limite di rilevabilità
S3C1	1,0	<1	19	< limite di rilevabilità
S3C2	3,0	<1	22	< limite di rilevabilità
S4C1	0,8	<1	<5	< limite di rilevabilità
S4C2	3,5	<1	<5	< limite di rilevabilità
S5C1	1,8	<1	10	< limite di rilevabilità
S5C2	3,5	<1	11	< limite di rilevabilità
S6C1	0,7	<1	21	< limite di rilevabilità
S6C2	4,2	<1	7	< limite di rilevabilità
S7C1	1,5	<1	32	< limite di rilevabilità
S7C2	2,8	<1	<5	< limite di rilevabilità
S8C1	1,0	<1	13	< limite di rilevabilità
S8C2	4,6	<1	31	< limite di rilevabilità
Limite tabella 1, colonna A		10	50	1000
Limite tabella 1, colonna B		250	750	1000

Per quanto riguarda benzene, toluene, etilbenzene e xilene (BTEX), gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) ed i policlorobifenili (PCB) tutti i parametri esaminati hanno fornito valori di concentrazione inferiori a quello di riferimento minimo misurabile; tale risultato conferma l'assenza o la scarsissima presenza dei composti ricercati.

Come si nota tutti gli altri parametri dei campioni analizzati possiedono concentrazioni abbondantemente inferiori ai limiti più restrittivi previsti dalla colonna A per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale; pertanto il terreno indagato è classificabile come materiale naturale non contaminato, conforme alla destinazione d'uso dell'area prevista dal progetto edilizio.

## 13 - CONCLUSIONE

La ricostruzione del modello geologico dell'area d'intervento e del modello geotecnico del sottosuolo ha permesso di fornire un quadro completo dei fattori naturali del territorio che condizionano le scelte edificatorie e delle grandezze fisico-meccaniche che intervengono direttamente nella progettazione strutturale dell'opera. Le fondazioni ed i muri di sostegno, elementi strutturali che agiscono a contatto con il terreno, dovranno essere dimensionati in rapporto ai parametri ed alle prescrizioni contenuti nel presente studio.

La progettazione esecutiva delle opere previste dovrà avvenire nel rispetto delle seguenti indicazioni, l'applicazione delle quali permetterà di operare secondo tecniche e modalità conformi alla natura geologica ed al comportamento geotecnico del terreno.

1. Il piano di appoggio delle fondazioni dovrà sempre essere ricavato nel terreno naturale, oltrepassando l'eventuale materiale di riporto esistente.
2. La capacità portante limite, la capacità portante di esercizio e la resistenza del terreno  $R_d$  e  $C_d$  dovranno essere calcolate sulla base della tipologia e della geometria della fondazione prescelta.
3. La modesta soggiacenza della falda freatica induce a suggerire di adottare adeguate opere di impermeabilizzazione delle strutture e/o drenaggio del terreno in caso di formazione di uno o più piani interrati.
4. La verifica delle caratteristiche geotecniche ed ambientali del sottosuolo dovrà essere estesa anche all'interno delle strutture edificate per ogni singolo edificio in progetto, predisponendo un approfondimento d'indagine con prove in sito e prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio.
5. La progettazione strutturale degli edifici dovrà essere accompagnata da una valutazione quantitativa sulla suscettibilità alla liquefazione del terreno.
6. In fase di dimensionamento dei muri interrati, considerato che gli stessi sono vincolati in sommità, dovrà essere usata la tensione geostatica orizzontale in luogo della spinta attiva e si dovrà considerare l'effetto prodotto dal terreno naturale e dal riempimento utilizzato a tergo della struttura armata.
7. Per quanto concerne i fronti di scavo è stata accertata la possibilità in assenza di sovraccarichi di effettuare lo sbancamento sino a 3-4 m di altezza in un'unica soluzione con pendenza inferiore a  $60^\circ$ ; ad ogni buon conto durante le operazioni esecutive di scavo si dovrà verificare l'omogeneità del terreno e la localizzazione delle venute idriche, così da modificare se necessario la previsione effettuata.
8. Le operazioni di scavo in adiacenza agli edifici ed alle strade esistenti dovranno essere eseguite con cura, onde evitare di indurre dissesti statici; eventualmente si potrà ricorrere ad opere di sostegno provvisorio quali paratie o diaframmi; la scelta della procedura e della soluzione più adeguata dipenderà dalla geometria dello scavo e dalla localizzazione delle strutture in superficie.
9. Lo scavo di sbancamento dovrà essere realizzato in condizioni meteorologiche favorevoli; nel caso in cui si verificano precipitazioni atmosferiche si consiglia di proteggere i fronti

- di scavo con teli impermeabili, così da contrastare la saturazione del terreno e la conseguente perdita della coesione.
10. I sistemi di scarico delle acque meteoriche, reflue e di fognatura dovranno essere progettati nel rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente, con particolare riferimento al D.Lgs. 18-08-2000 n. 258, alla D.G.R. 10-04-2003 n. 7/12693 ed al Regolamento Regionale 24-03-2006 n. 4.
  11. Per il dimensionamento dei pozzi perdenti si consiglia di ipotizzare in via preliminare una permeabilità di  $10^{-4}$  m/s e successivamente di realizzare un dispositivo tipo da testare direttamente, sulla base del quale programmare il numero di pozzi indispensabili per la dispersione delle acque di scolo meteorico.
  12. Lo studio geologico di supporto al PGT segnala l'elevata vulnerabilità della falda libera; lo scarico delle acque nel sottosuolo dovrà quindi escludere l'immissione di fluidi potenzialmente contaminanti ed in grado di alterare la qualità chimica delle acque sotterranee.

## 14 - SINTESI DELLO STUDIO ESEGUITO

Nella seguente tabella si riassumono in forma sintetica i risultati dello studio e delle indagini realizzate; tuttavia per i dettagli completi e per le prescrizioni tecniche si raccomanda di riferirsi a quanto riportato nella relazione.

<b>Caratteristiche geologiche dell'area</b>	Depositi fluvioglaciali
<b>Conformazione geomorfologica dell'area</b>	Zona subpianeggiante priva di fenomeni morfogenetici in atto
<b>Indagine geognostica eseguita e profondità raggiunta</b>	Sondaggi meccanici, prove SPT, prove SCPT, prove di permeabilità, analisi granulometriche e determinazione limiti, analisi chimiche, piezometri 20 m
<b>Prospezione geofisica eseguita e profondità raggiunta</b>	Masw e ReMi / 47 m
<b>Tipologia e profondità della falda</b>	Libera / 7,1 m
<b>Peso di volume del terreno (ipotizzato)</b>	1,9 t/m <sup>3</sup>
<b>Angolo di attrito del terreno da contenere</b>	28°
<b>Angolo di attrito del terreno d'imposta delle fondazioni</b>	28°
<b>Zona sismica</b>	4
<b>Categoria del suolo di fondazione</b>	B, C per amplificazione litologica
<b>Scenario di pericolosità sismica locale</b>	Z4a

Necessità sostegno provvisorio dei fronti di scavo	Sì in vicinanza di strutture esistenti
Pendenza fronti di scavo	60° se lontano da strutture in superficie
Fattore di amplificazione stratigrafica	1,5
Fattore di amplificazione topografica	1,00
Suscettibilità alla liquefazione	Bassa, ma da quantificare
Permeabilità del sottosuolo	$> 10^{-4}$ m/s
Concentrazione elementi e composti chimici nel sottosuolo	Entro la colonna 1 tabella A del D.Lgs. 152/2006

## 15 - ALLEGATI

- ◆ Corografia
- ◆ Carta Geologica
- ◆ Carta Idrogeologica
- ◆ Sezione idrogeologica
- ◆ Carta dei Vincoli
- ◆ Carta di Fattibilità Geologica
- ◆ Planimetria delle indagini geognostiche
- ◆ Stratigrafia dei sondaggi meccanici
- ◆ Dati e diagrammi penetrometrici SPT e SCPT
- ◆ Schede di valutazione di amplificazione litologica
- ◆ Tabelle di elaborazione delle prove SPT e SCPT
- ◆ Modello geotecnico del sottosuolo
- ◆ Schede delle prove di permeabilità in foro
- ◆ Documentazione fotografica
- ◆ Certificato delle analisi geotecniche di laboratorio
- ◆ Certificato della prospezione geofisica
- ◆ Certificato delle analisi chimiche

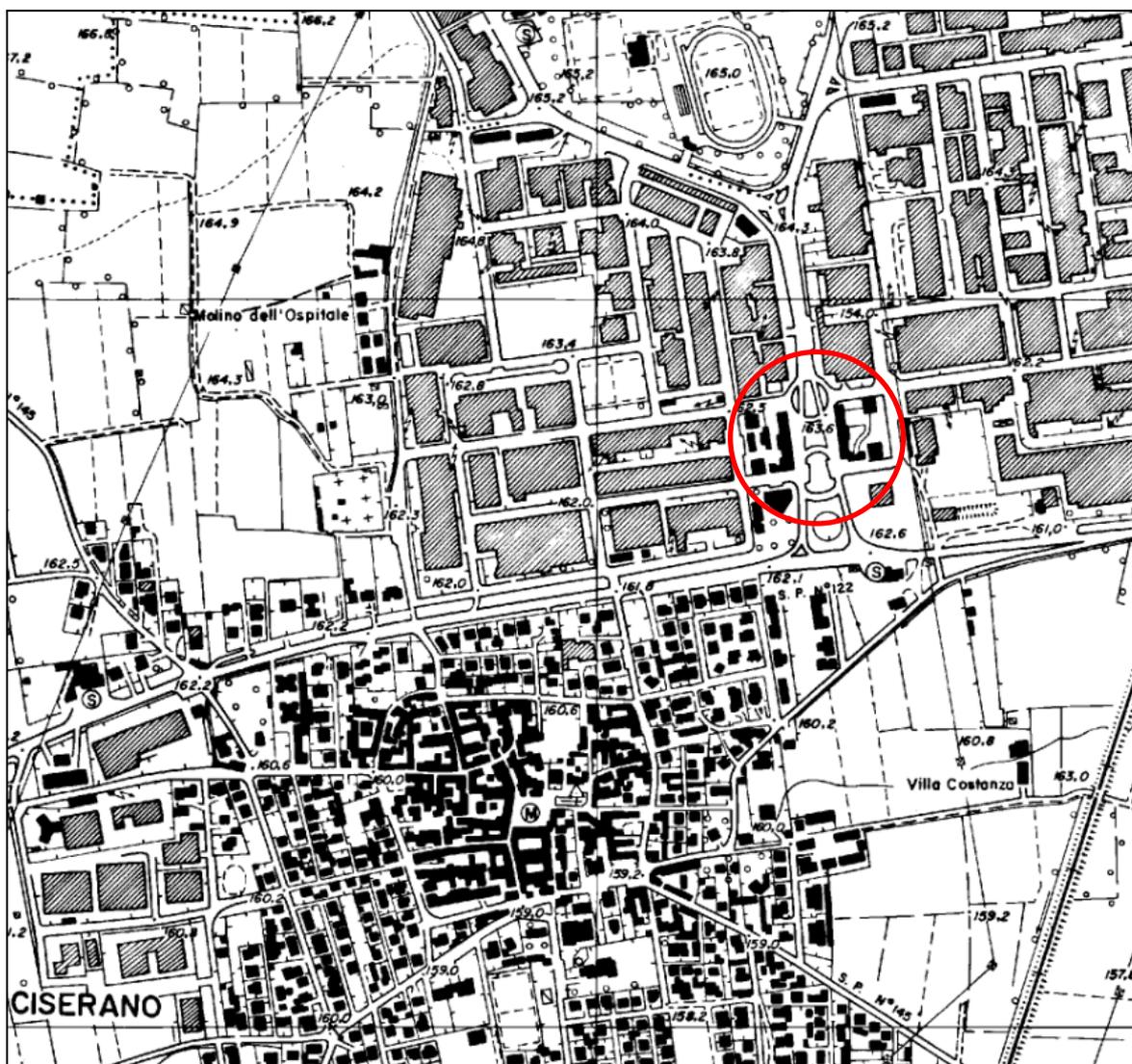
# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## COROGRAFIA DA CARTA TECNICA REGIONALE

Scala 1:10.000



Dott. Alberto Manella  
Studio di Geologia

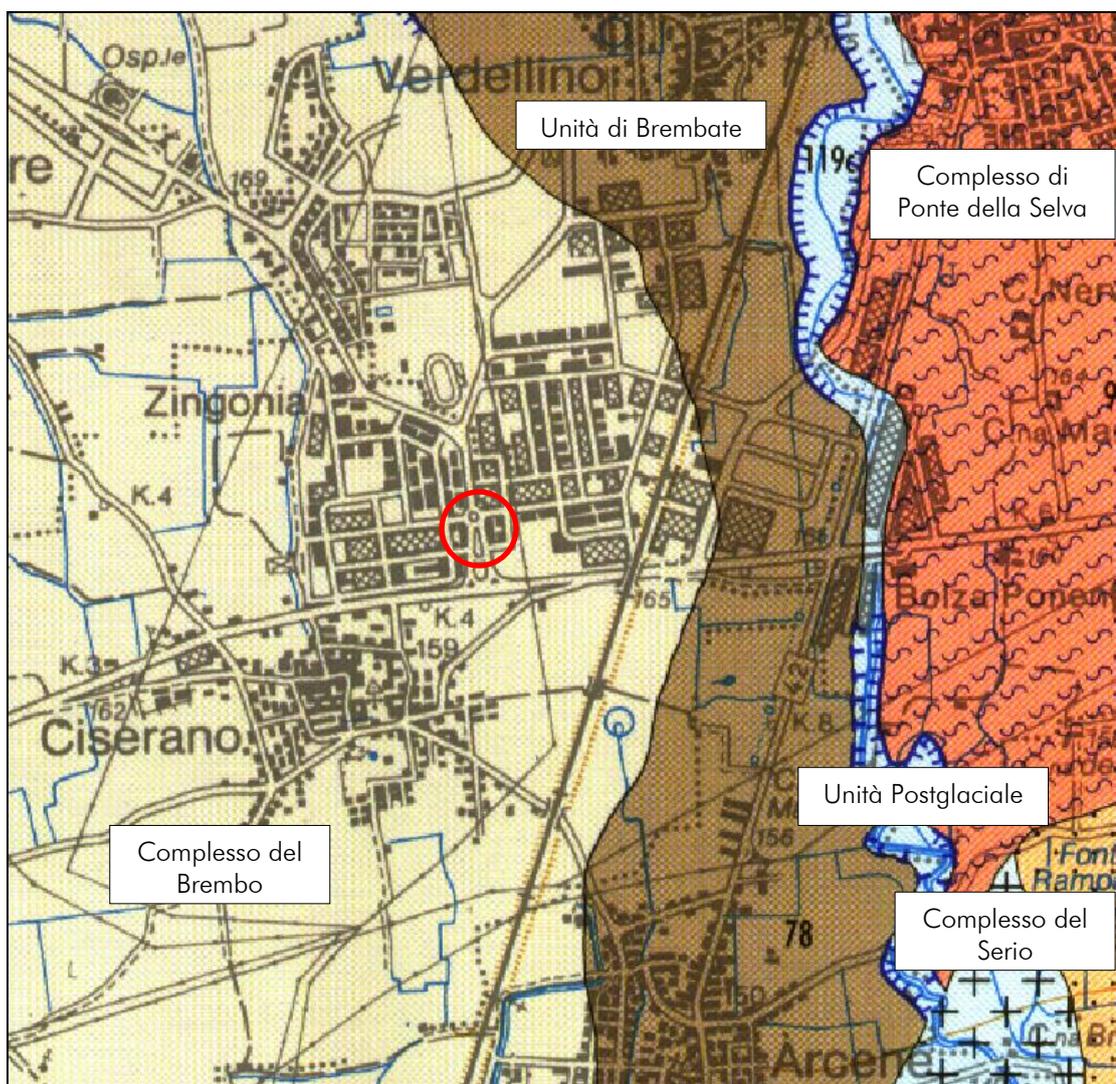
# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## CARTA GEOLOGICA

(da Carta Geologica della Provincia di Bergamo)



Dott. Alberto Manella  
Studio di Geologia

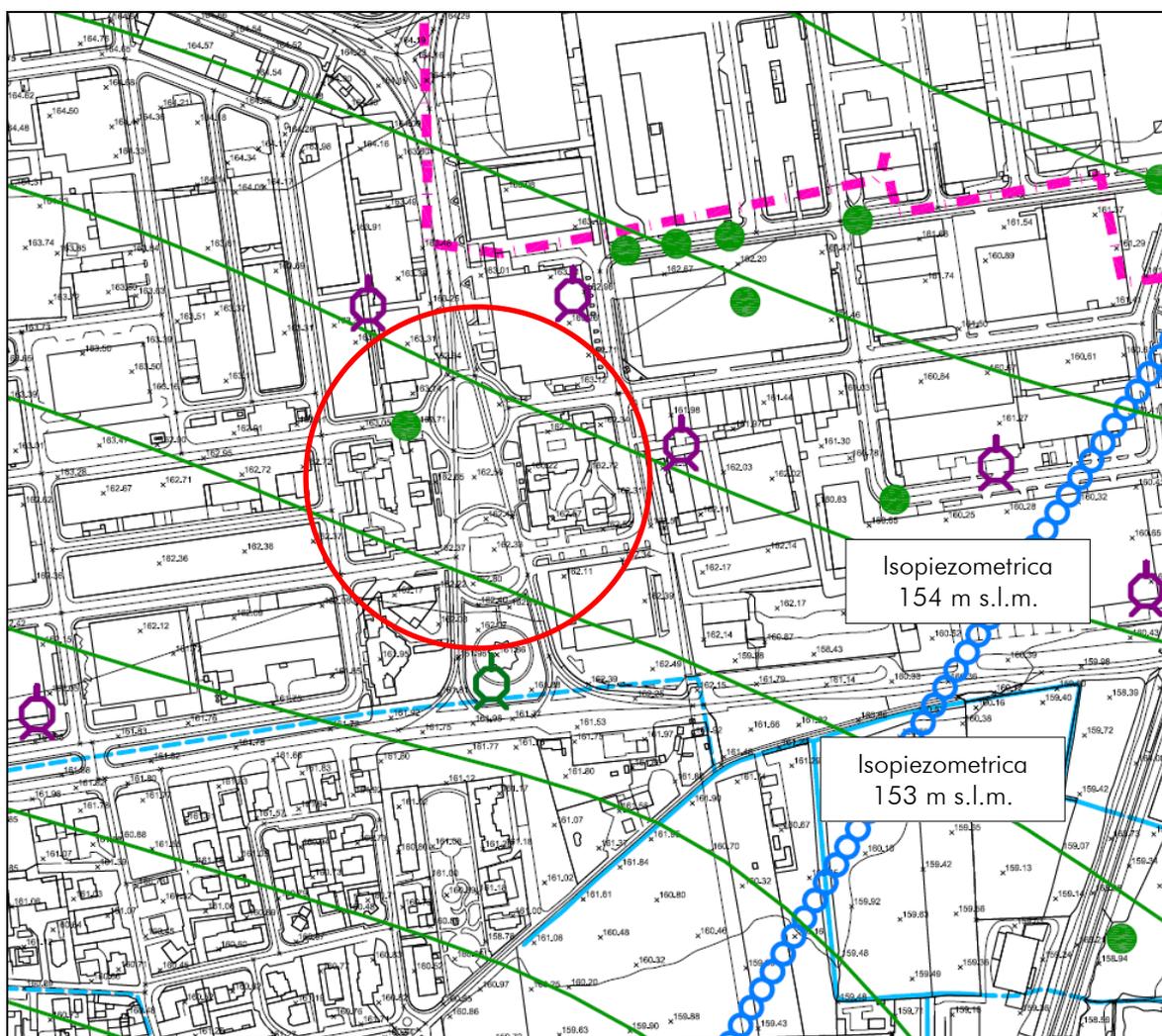
# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## CARTA IDROLOGICA ED IDROGEOLOGICA

(da Studio Geologico di supporto al PGT di Ciserano)



Dott. Alberto Manella  
Studio di Geologia

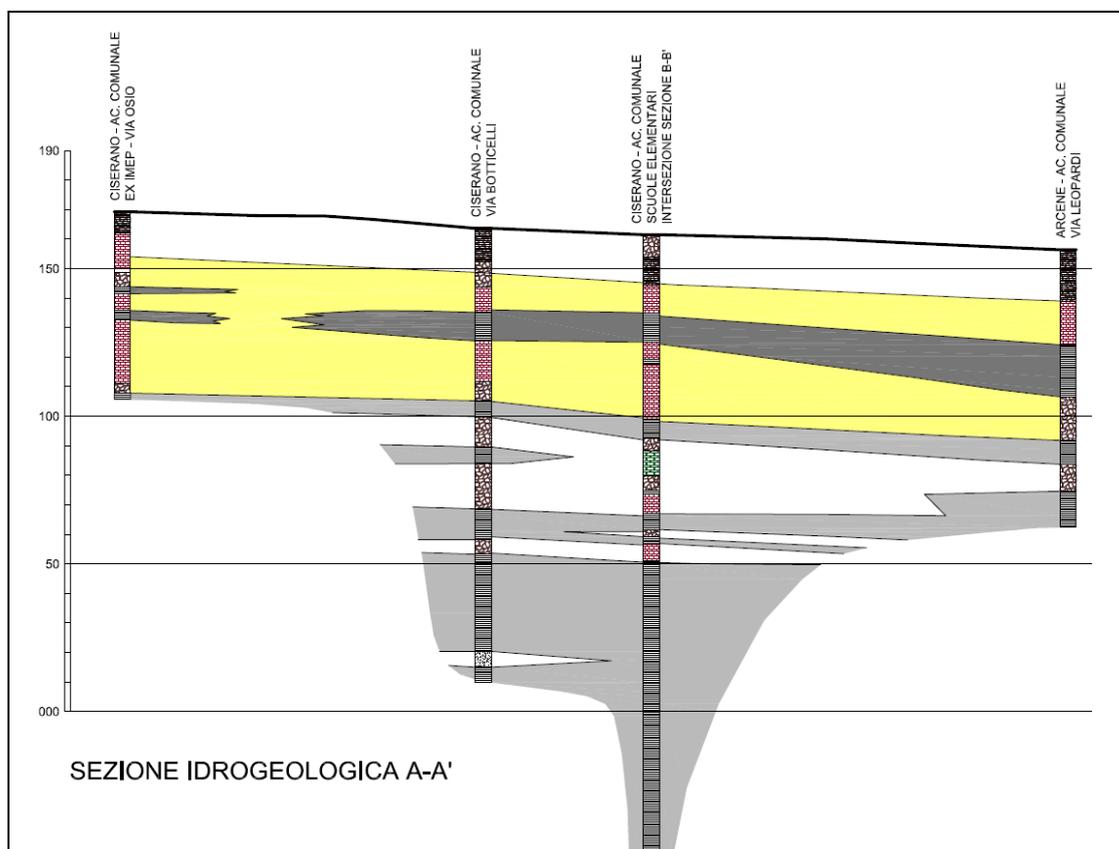
# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## SEZIONE IDROGEOLOGICA

(da Studio Geologico di supporto al PGT di Ciserano)



### DATI STRATIGRAFICI

-  Ghiaie e ciottoli
-  Conglomerato
-  Arenarie
-  Sabbie
-  Argille e limi

### LITAZONE

-  Acquifero superiore
-  Livelli argillosi nell'acquifero superiore
-  Litozone argilloso-limose
-  Litozona con acquiferi confinati



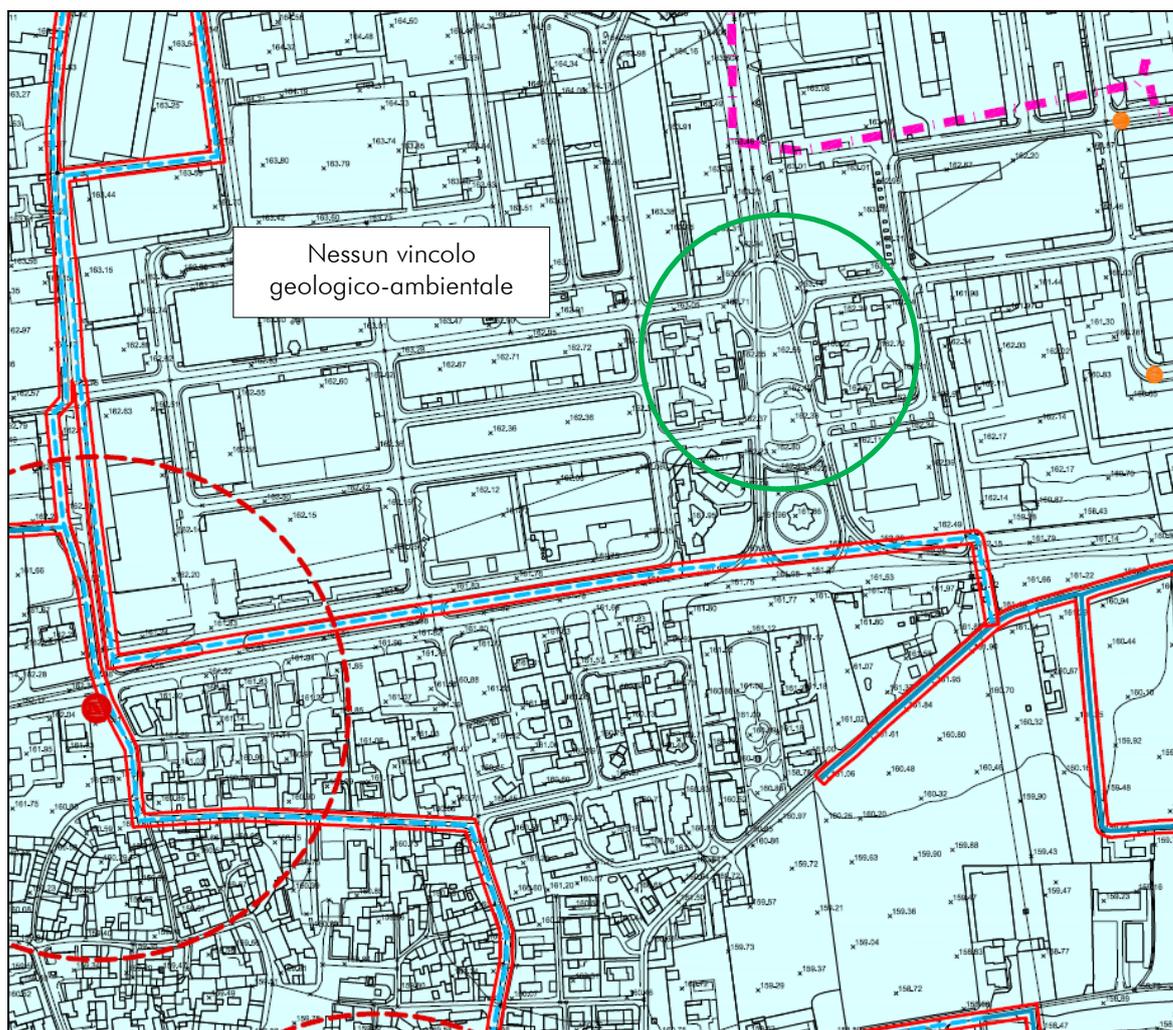
# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## CARTA DEI VINCOLI

(da studio geologico a supporto del PGT di Ciserano)



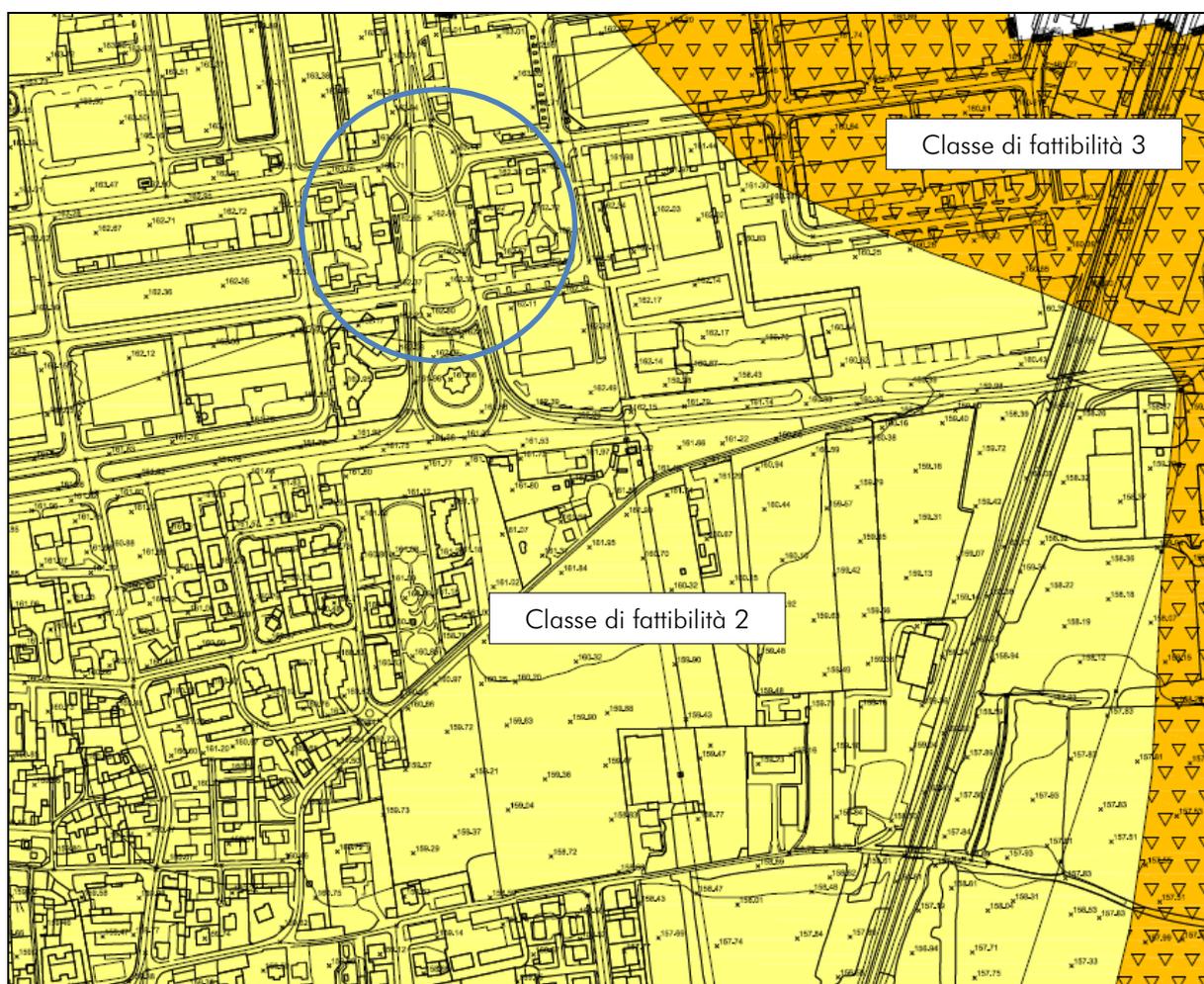
# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

(da studio geologico a supporto del PGT di Ciserano)

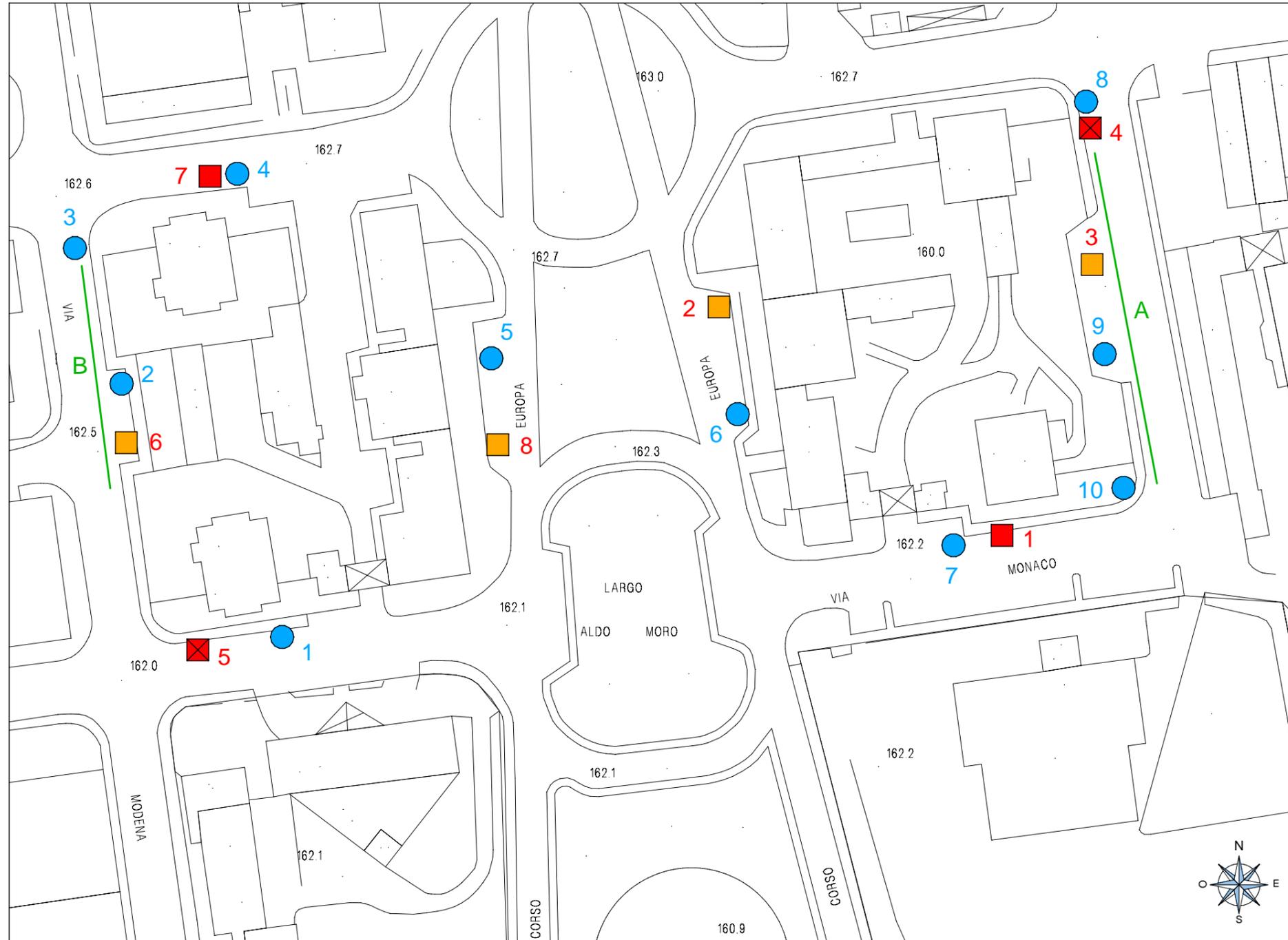


**INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.**

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

**PLANIMETRIA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Scala 1:1.000



**LEGENDA**

-  Sondaggio meccanico a 20 m
-  Sondaggio meccanico a 5 m
-  Piezometro
-  Prova penetrometrica dinamica continua
-  Stendimento prospezione geofisica



# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO MECCANICO N. 1

Tipo di perforazione = rotazione	Profondità del rivestimento (m) = 18.0	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 162
Diametro del foro (mm) = 101	Campioni prelevati = analisi ch. e geo.	Lunghezza sondaggio (m) = 20.0
Diametro del rivestimento (mm) = 127	Fluido di perforazione = acqua	Profondità falda (m) = non misurata

Ditta esecutrice = SGB perforazioni  
Responsabile della perforazione = Sig. Stefano Borella  
Data inizio perforazioni = 01-07-2013  
Data fine perforazioni = 01-07-2013

	SIMBOLO GRAFICO	LITOLOGIA	PROVE SPT E FALDA	CAMPIONI AN. CH. E PROVE K	CAMPIONI AN. GEO.
0.0		Pavimentazione e massicciata			
0.9		Limo argilloso sabbioso marrone con ghiaia a clasti poligenici arrotondati e spesso alterati		S1C1 1.4 m	S1A1
2.4		Ghiaia sabbiosa limosa di colore marrone con clasti poligenici arrotondati talora alterati		S1C2 3.8 m	2.5-3.0 m
				4.5 m	
			7.5 m		S1A2
			2-4-2		7.5-8.0 m
8.7		Ghiaia sabbiosa limosa di colore marrone con clasti poligenici arrotondati spesso alterati; locale presenza di livelli centimetrici a maggiore frazione limosa		9.0 m	
			10.5 m		
			12-18-7		
			13.5 m		
			17-16-10		
15.0		Ghiaia sabbiosa limosa di colore grigio con clasti poligenici arrotondati poco alterati; locale presenza di livelli centimetrici a maggiore frazione limosa			
18.0		Ghiaia sabbiosa limosa grigio-marrone con clasti poligenici arrotondati poco alterati; locale presenza di livelli centimetrici a maggiore frazione limosa			
20.0			18.0 m		
			23-37-27		



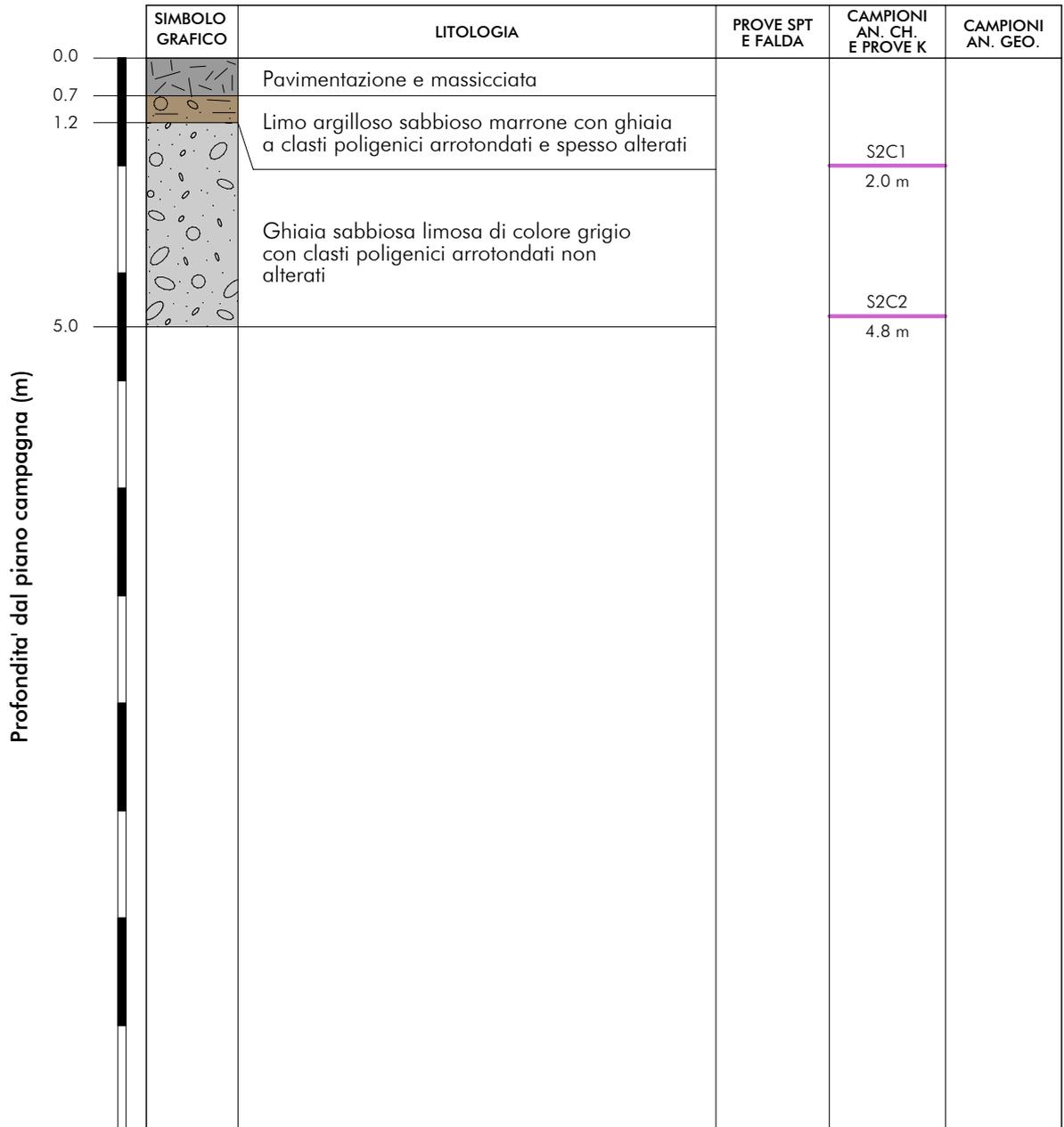
# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO MECCANICO N. 2

Tipo di perforazione = rotazione Diametro del foro (mm) = 101 Diametro del rivestimento (mm) = 127	Profondità del rivestimento (m) = 3.0 Campioni prelevati = analisi ch. Fluido di perforazione = nessuno	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 162 Lunghezza sondaggio (m) = 5.0 Profondità falda (m) = non misurata
--	---	---

Ditta esecutrice = SGB perforazioni  
Responsabile della perforazione = Sig. Stefano Borella  
Data inizio perforazioni = 01-07-2013  
Data fine perforazioni = 01-07-2013



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

*Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia*  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO MECCANICO N. 3

Tipo di perforazione = rotazione

Diametro del foro (mm) = 101

Diametro del rivestimento (mm) = 127

Profondità del rivestimento (m) = 3.0

Campioni prelevati = analisi ch.

Fluido di perforazione = nessuno

Quota piano campagna (m s.l.m.) = 162

Lunghezza sondaggio (m) = 5.0

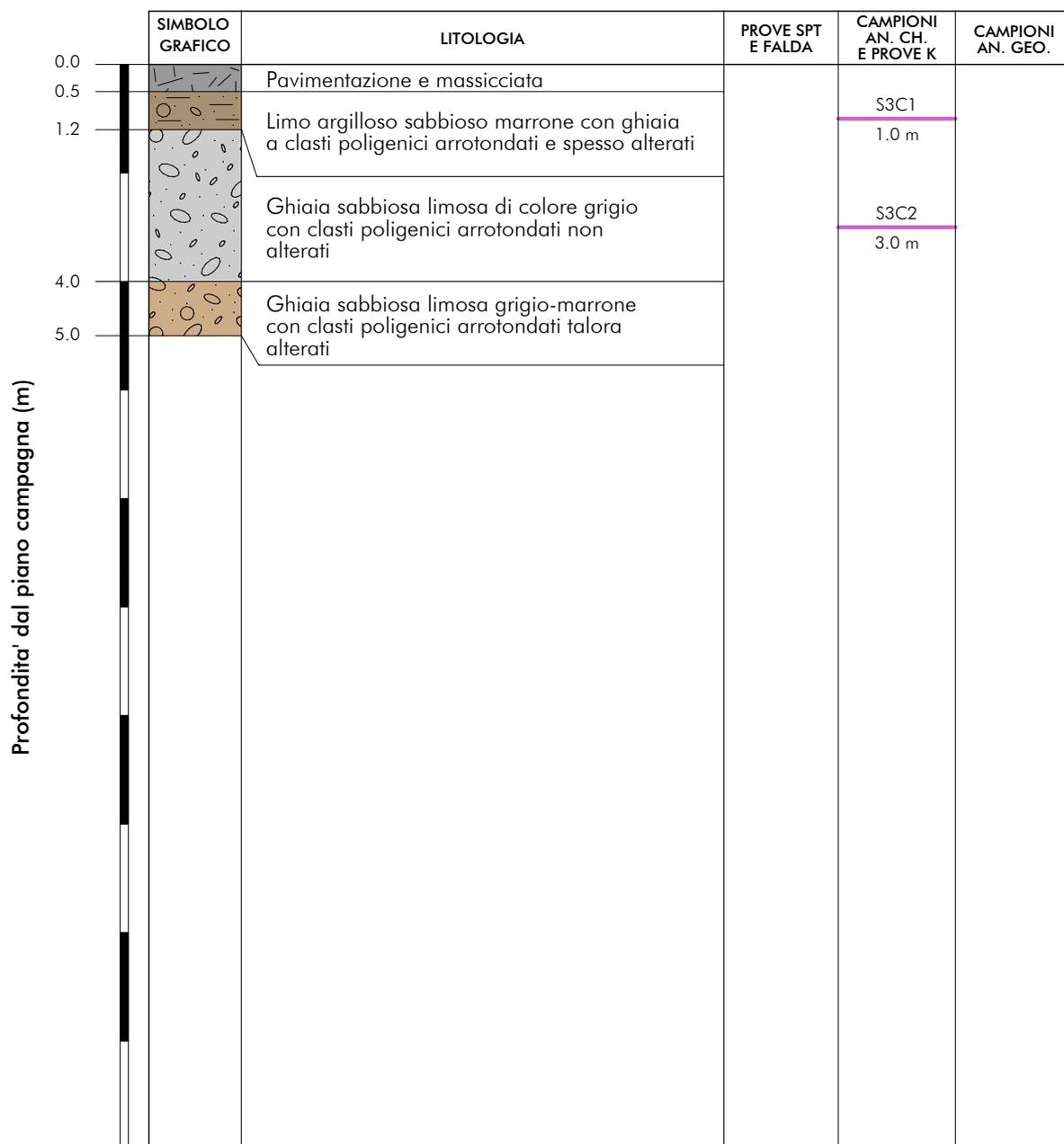
Profondità falda (m) = non misurata

Ditta esecutrice = SGB perforazioni

Responsabile della perforazione = Sig. Stefano Borella

Data inizio perforazioni = 02-07-2013

Data fine perforazioni = 02-07-2013



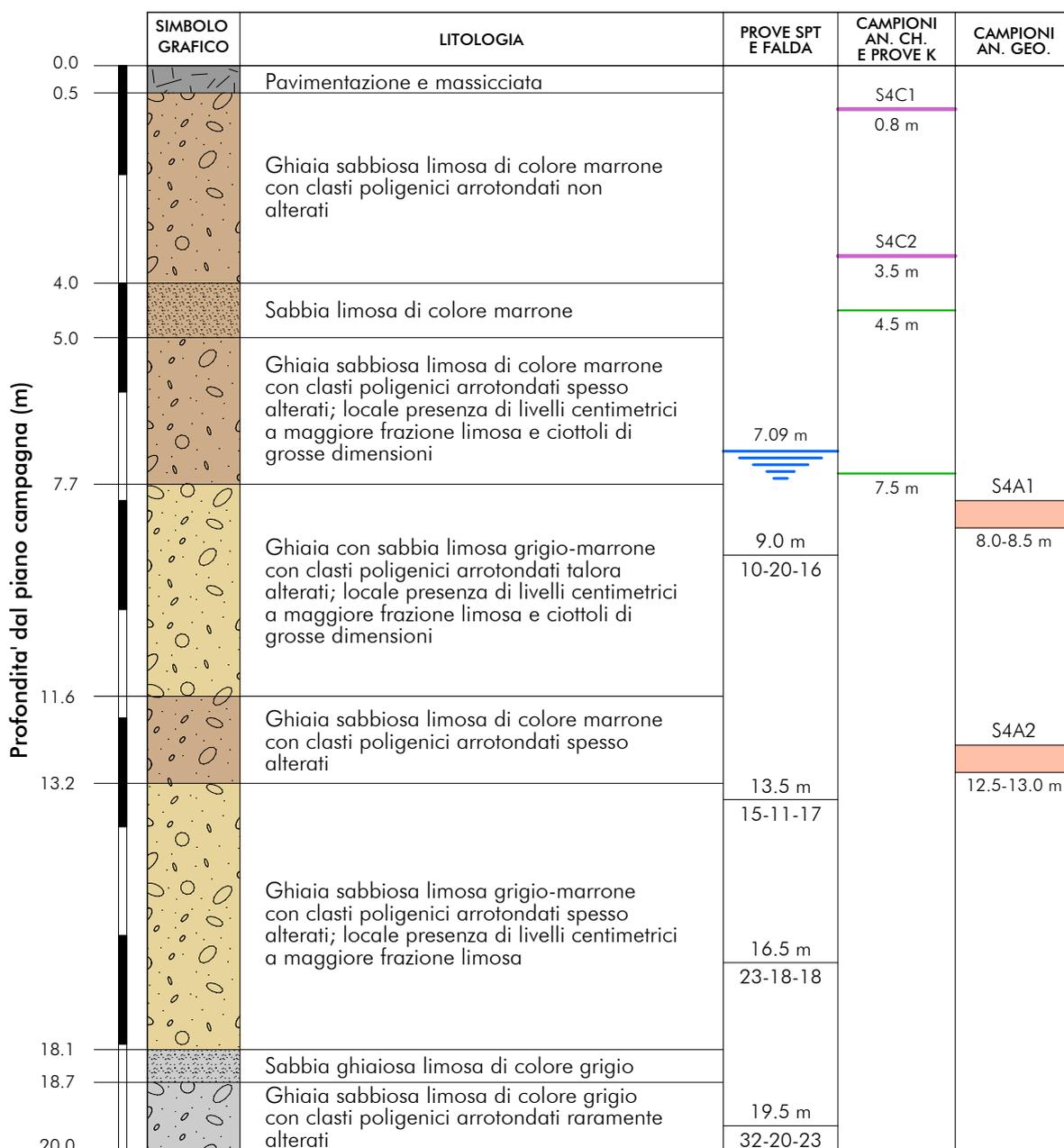
## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

*Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia*  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO MECCANICO N. 4

Tipo di perforazione = rotazione	Profondità del rivestimento (m) = 19.5	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 162
Diametro del foro (mm) = 101	Campioni prelevati = analisi ch. e geo.	Lunghezza sondaggio (m) = 20.0
Diametro del rivestimento (mm) = 127	Fluido di perforazione = acqua	Profondità falda (m) = 7.09

Ditta esecutrice = SGB perforazioni  
 Responsabile della perforazione = Sig. Stefano Borella  
 Data inizio perforazioni = 02-07-2013  
 Data fine perforazioni = 02-07-2013



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO MECCANICO N. 5

Tipo di perforazione = rotazione	Profondità del rivestimento (m) = 19.5	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 162
Diametro del foro (mm) = 101	Campioni prelevati = analisi ch. e geo.	Lunghezza sondaggio (m) = 20.0
Diametro del rivestimento (mm) = 127	Fluido di perforazione = acqua	Profondità falda (m) = 7.19

Ditta esecutrice = SGB perforazioni  
Responsabile della perforazione = Sig. Stefano Borella  
Data inizio perforazioni = 03-07-2013  
Data fine perforazioni = 03-07-2013

	SIMBOLO GRAFICO	LITOLOGIA	PROVE SPT E FALDA	CAMPIONI AN. CH. E PROVE K	CAMPIONI AN. GEO.
0.0		Pavimentazione e massiciata			
1.1		Ghiaia sabbiosa con limo di colore marrone con clasti poligenici arrotondati spesso alterati		S5C1 1.8 m	
1.5		Ghiaia sabbiosa limosa di colore grigio con clasti poligenici arrotondati non alterati		S5C2 3.5 m	
4.0		Ghiaia sabbiosa con limo di colore marrone con clasti poligenici arrotondati talora alterati; presenza di livelli centimetrici a frazione limosa più abbondante		4.5 m 6.0 m	
7.2		Ghiaia con sabbia limosa di colore marrone con clasti poligenici arrotondati spesso alterati	7.19 m 		
9.0		Ghiaia con sabbia limosa di colore marrone con clasti poligenici arrotondati spesso alterati	9.0 m 2-4-18		
11.4		Ghiaia con sabbia limosa di colore grigio con clasti poligenici arrotondati raramente alterati	13.5 m 17-21-18		S5A1 11.5-12.0
15.4		Ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa grigio-marrone con clasti poligenici arrotondati spesso alterati	16.5 m 24-22-28		S5A2
19.2		Ghiaia con sabbia con limo grigio con clasti poligenici arrotondati talora alterati e strati di conglomerato	19.5 m 45-R		18.5-19.0 m
20.0					



# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO MECCANICO N. 6

Tipo di perforazione = rotazione	Profondità del rivestimento (m) = 3.0	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 162
Diametro del foro (mm) = 101	Campioni prelevati = analisi ch.	Lunghezza sondaggio (m) = 5.0
Diametro del rivestimento (mm) = 127	Fluido di perforazione = nessuno	Profondità falda (m) = non misurata

Ditta esecutrice = SGB perforazioni  
Responsabile della perforazione = Sig. Stefano Borella  
Data inizio perforazioni = 03-07-2013  
Data fine perforazioni = 03-07-2013

	SIMBOLO GRAFICO	LITOLOGIA	PROVE SPT E FALDA	CAMPIONI AN. CH. E PROVE K	CAMPIONI AN. GEO.
0.0		Pavimentazione e massicciata		S6C1	
0.5		Ghiaia sabbiosa limosa di colore grigio con clasti poligenici arrotondati non alterati		0.7 m	
		Ghiaia sabbiosa con limo di colore marrone con clasti poligenici arrotondati non alterati			
3.8		Ghiaia sabbiosa con limo di colore marrone con clasti poligenici arrotondati spesso alterati		S6C2	
4.5				4.2 m	
5.0					

Profondità' dal piano campagna (m)



# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO MECCANICO N. 7

Tipo di perforazione = rotazione

Diametro del foro (mm) = 101

Diametro del rivestimento (mm) = 127

Profondità del rivestimento (m) = 18.0

Campioni prelevati = analisi ch. e geo.

Fluido di perforazione = acqua

Quota piano campagna (m s.l.m.) = 162

Lunghezza sondaggio (m) = 20.0

Profondità falda (m) =

Ditta esecutrice = SGB perforazioni  
Responsabile della perforazione = Sig. Stefano Borella  
Data inizio perforazioni = 04-07-2013  
Data fine perforazioni = 04-07-2013

	SIMBOLO GRAFICO	LITOLOGIA	PROVE SPT E FALDA	CAMPIONI AN. CH. E PROVE K	CAMPIONI AN. GEO.
0.0		Pavimentazione e massciata			
0.7					
1.6		Ghiaia sabbiosa con limo grigio-marrone con clasti poligenici arrotondati talora alterati		S7C1 1.5 m	
		Ghiaia sabbiosa limosa grigio-marrone con clasti poligenici arrotondati talora alterati		S7C2 2.8 m 3.0 m	
4.7		Ghiaia sabbiosa limosa marrone con clasti poligenici arrotondati spesso alterati	7.5 m 14-15-24	6.0 m	S7A1 5.0-5.5 m
8.7			9.0 m 10-17-15		
		Ghiaia sabbiosa limosa grigio-marrone con clasti poligenici arrotondati talora alterati	12.0 m R		
			15.0 m 19-24-32		
15.8		Ghiaia con sabbia limosa marrone con clasti poligenici arrotondati talora alterati			S7A2 16.5-17.0 m
20.0					



# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO MECCANICO N. 8

Tipo di perforazione = rotazione

Diametro del foro (mm) = 101

Diametro del rivestimento (mm) = 127

Profondità del rivestimento (m) = 3.0

Campioni prelevati = analisi ch.

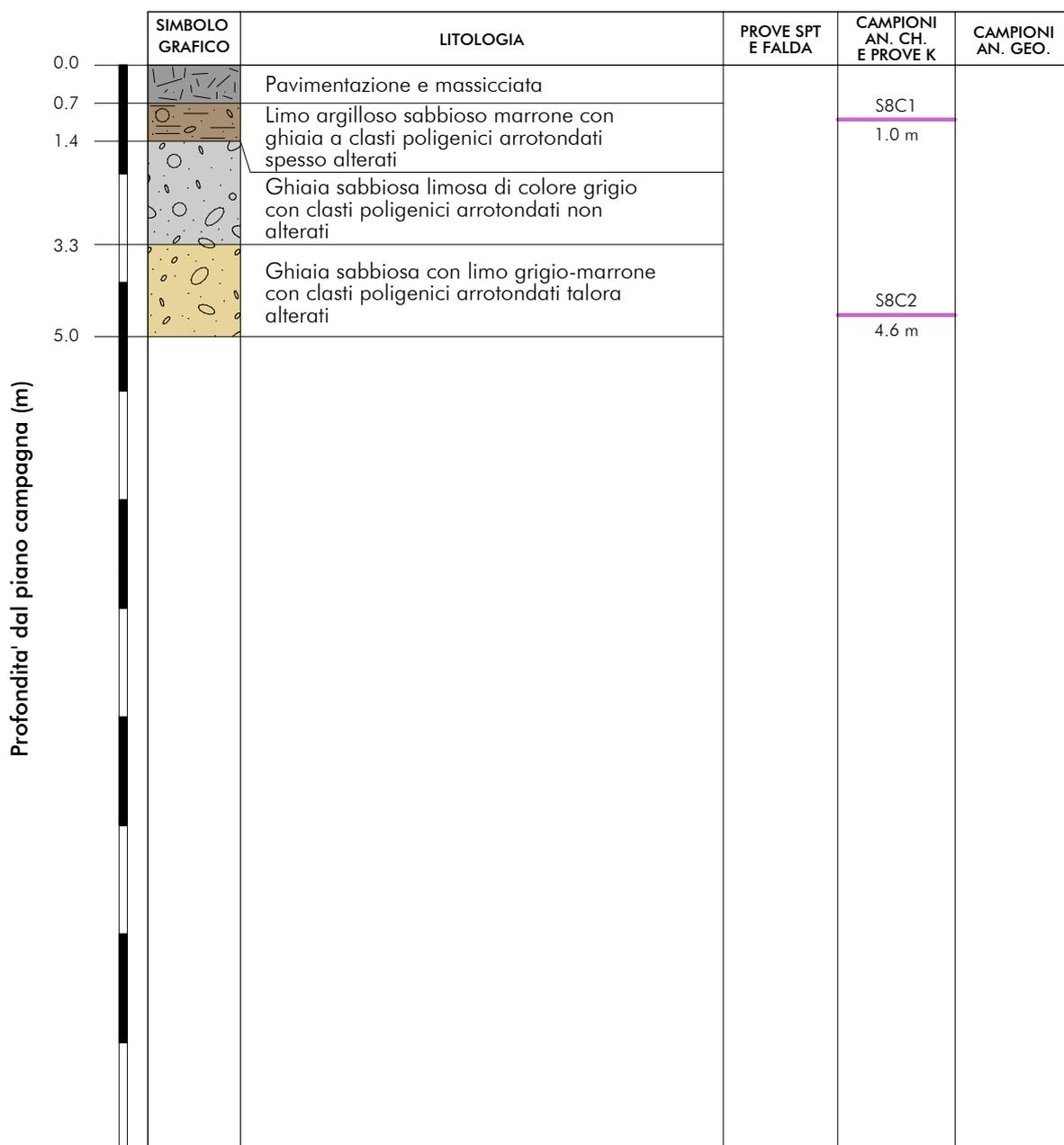
Fluido di perforazione = nessuno

Quota piano campagna (m s.l.m.) = 162

Lunghezza sondaggio (m) = 5.0

Profondità falda (m) = non misurata

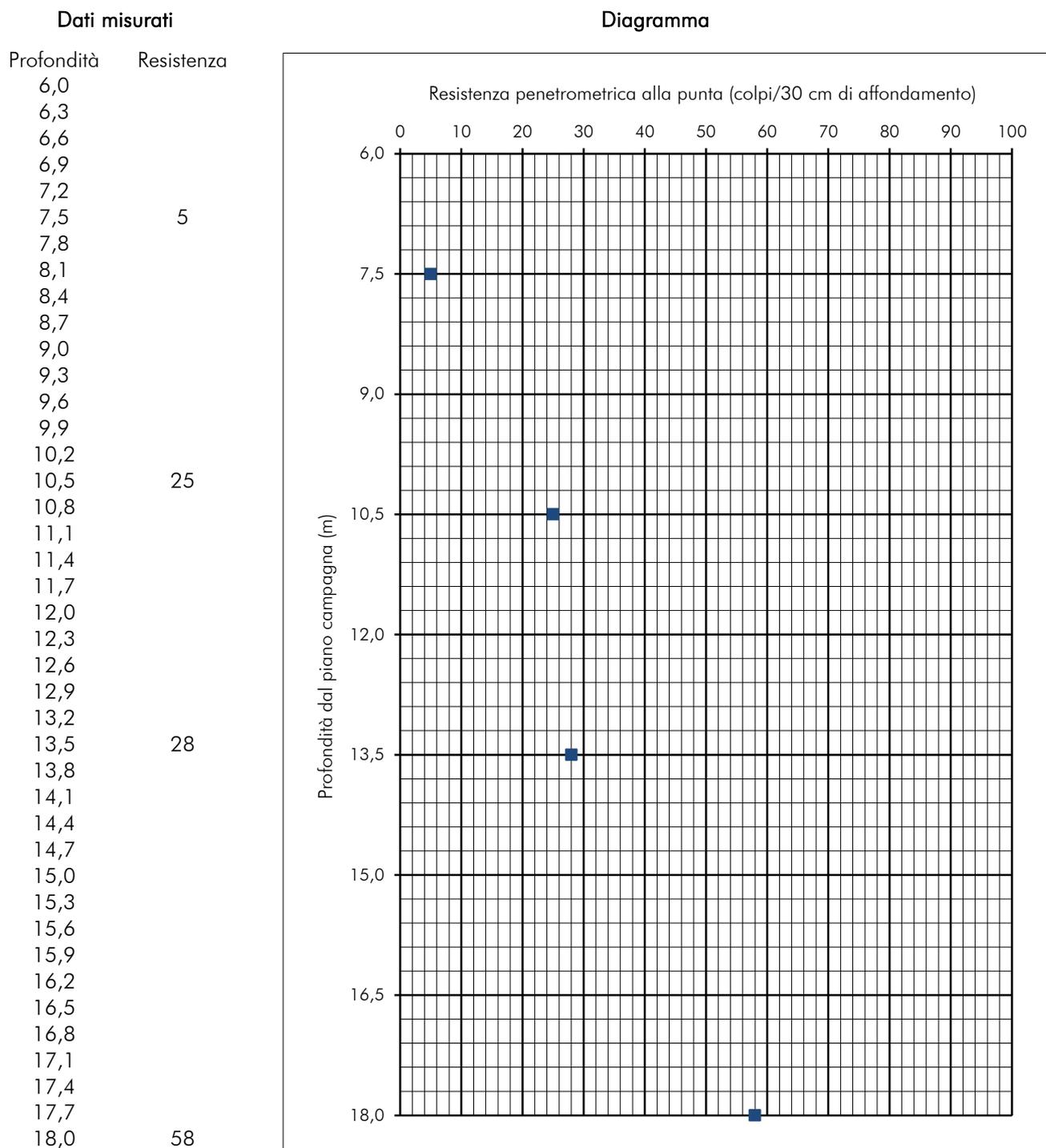
Ditta esecutrice = SGB perforazioni  
Responsabile della perforazione = Sig. Stefano Borella  
Data inizio perforazioni = 04-07-2013  
Data fine perforazioni = 04-07-2013



# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVE PENETROMETRICHE SPT ESEGUITE NEL SONDAGGIO N. 1



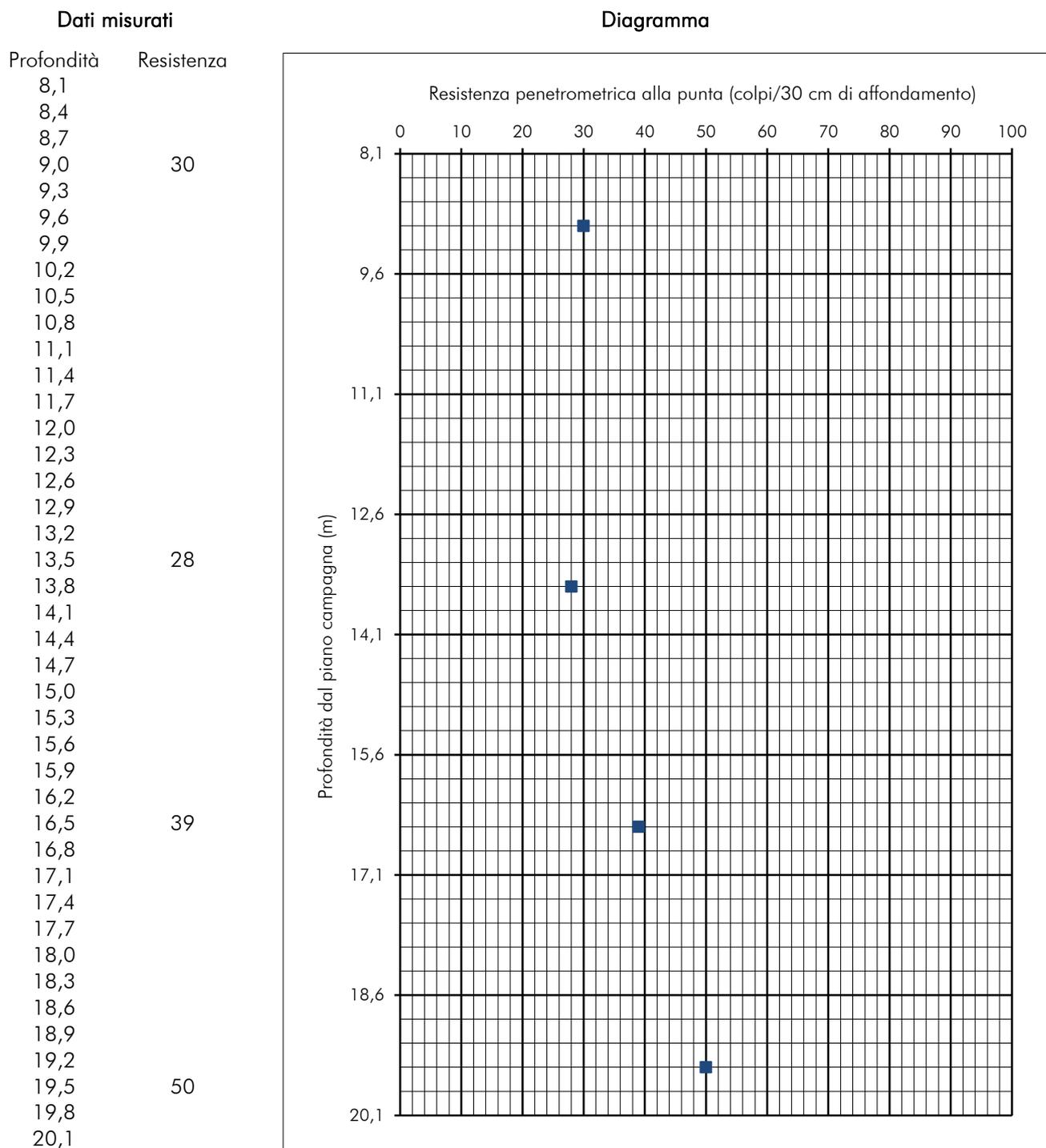
### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 51 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 63,5 kg  
Altezza di caduta del maglio = 76 cm  
Avanzamento parziale = 15 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVE PENETROMETRICHE SPT ESEGUITE NEL SONDAGGIO N. 4



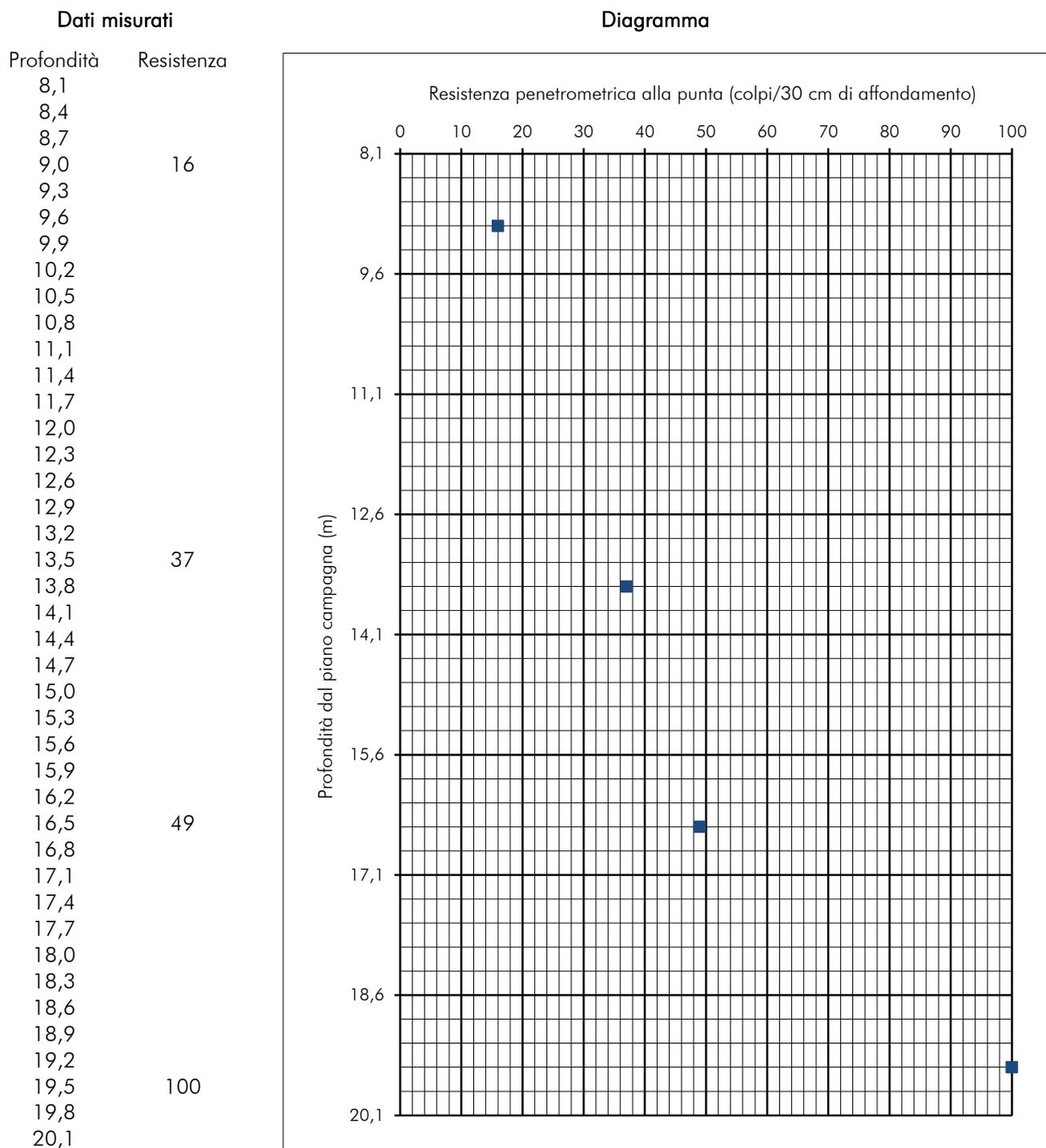
### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 51 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 63,5 kg  
Altezza di caduta del maglio = 76 cm  
Avanzamento parziale = 15 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVE PENETROMETRICHE SPT ESEGUITE NEL SONDAGGIO N. 5



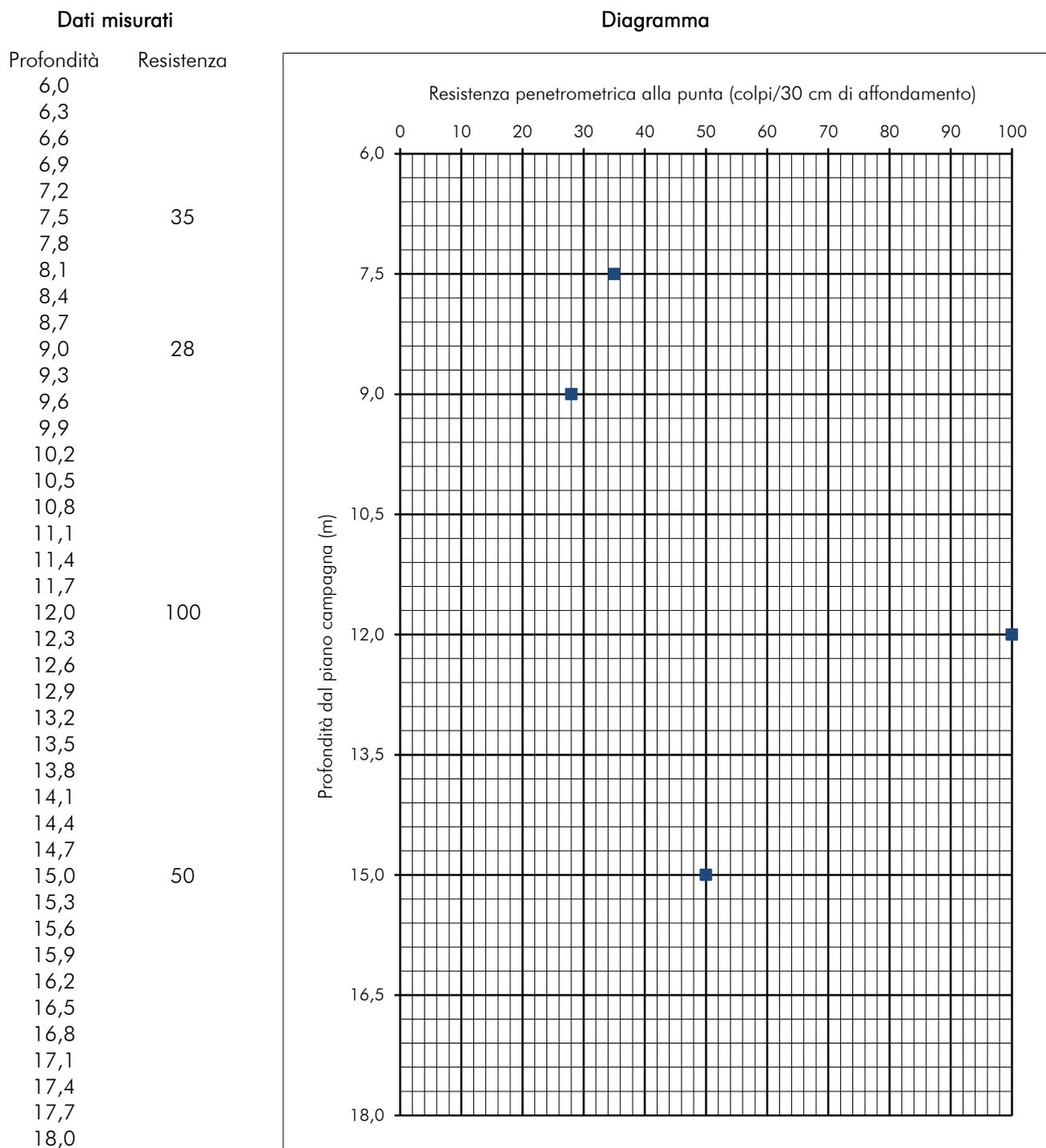
### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 51 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 63,5 kg  
Altezza di caduta del maglio = 76 cm  
Avanzamento parziale = 15 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVE PENETROMETRICHE SPT ESEGUITE NEL SONDAGGIO N. 7



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 51 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 63,5 kg  
Altezza di caduta del maglio = 76 cm  
Avanzamento parziale = 15 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

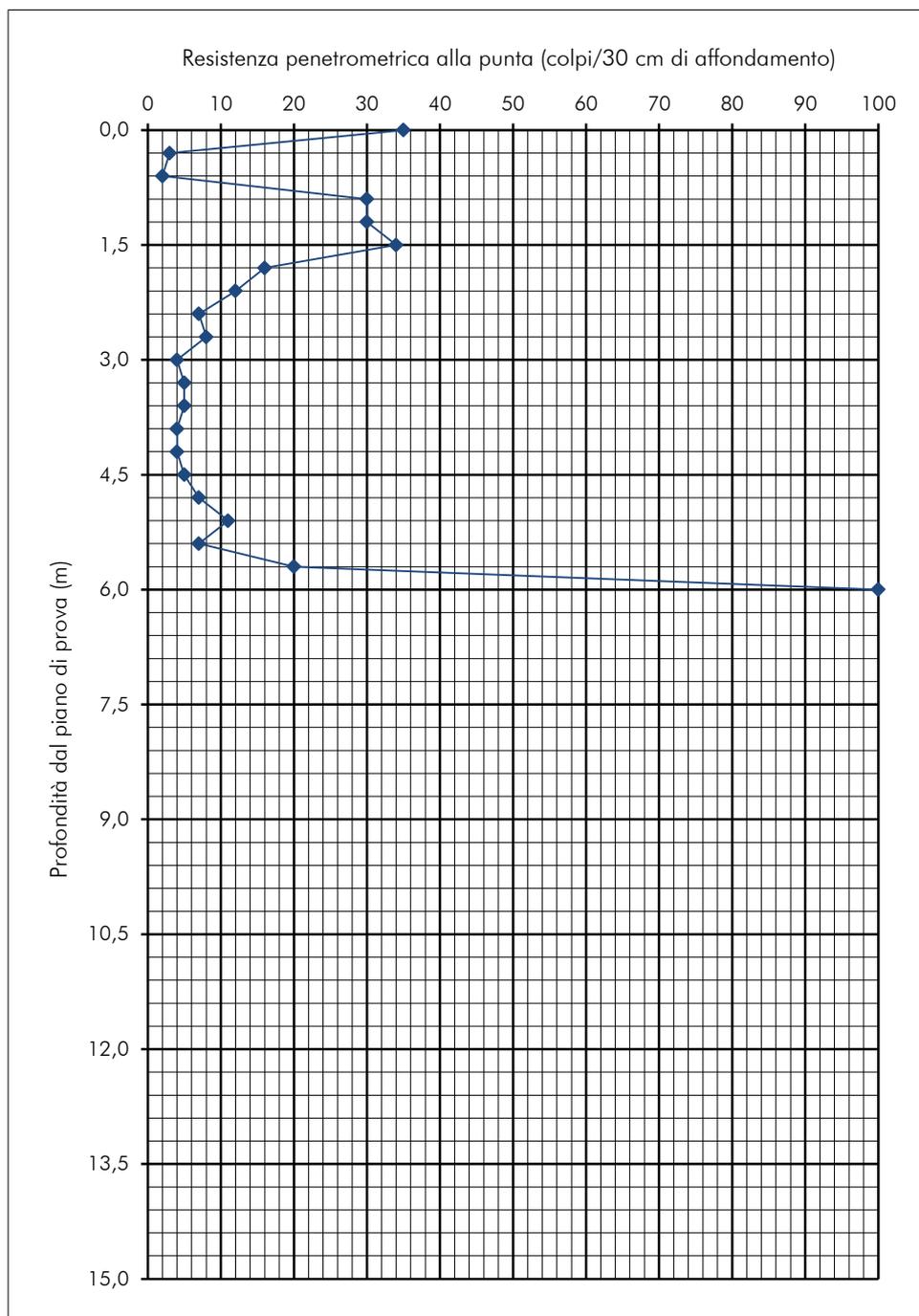
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA PENETROMETRICA SCPT N. 1

### Dati misurati

Profondità	Resistenza
0,0	35
0,3	3
0,6	2
0,9	30
1,2	30
1,5	34
1,8	16
2,1	12
2,4	7
2,7	8
3,0	4
3,3	5
3,6	5
3,9	4
4,2	4
4,5	5
4,8	7
5,1	11
5,4	7
5,7	20
6,0	100
6,3	
6,6	
6,9	
7,2	
7,5	
7,8	
8,1	
8,4	
8,7	
9,0	
9,3	
9,6	
9,9	
10,2	
10,5	
10,8	
11,1	
11,4	
11,7	
12,0	

### Diagramma



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 50,8 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 73 kg  
Altezza di caduta del maglio = 75 cm  
Avanzamento = 30 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

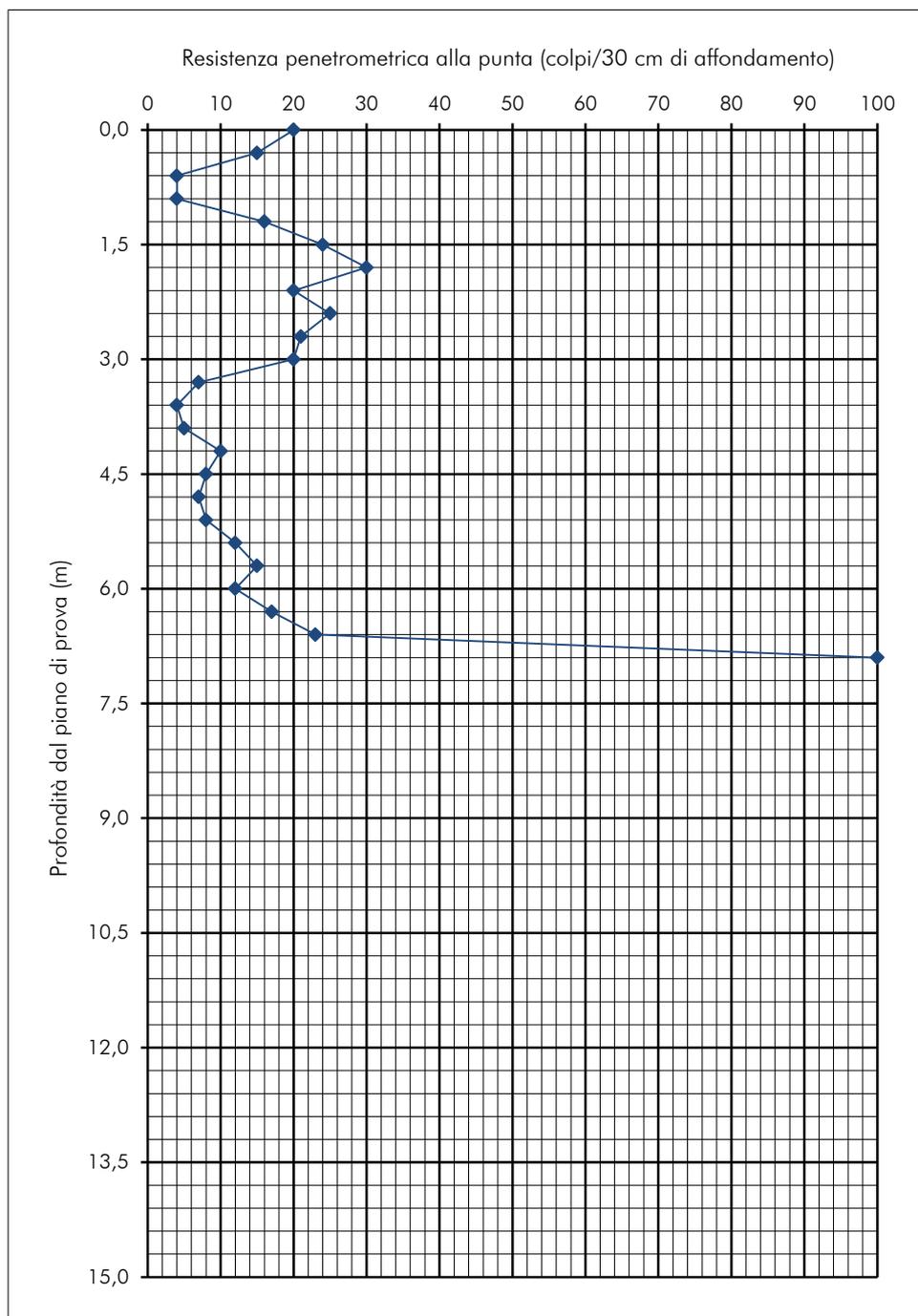
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA PENETROMETRICA SCPT N. 2

### Dati misurati

Profondità	Resistenza
0,0	20
0,3	15
0,6	4
0,9	4
1,2	16
1,5	24
1,8	30
2,1	20
2,4	25
2,7	21
3,0	20
3,3	7
3,6	4
3,9	5
4,2	10
4,5	8
4,8	7
5,1	8
5,4	12
5,7	15
6,0	12
6,3	17
6,6	23
6,9	100
7,2	
7,5	
7,8	
8,1	
8,4	
8,7	
9,0	
9,3	
9,6	
9,9	
10,2	
10,5	
10,8	
11,1	
11,4	
11,7	
12,0	

### Diagramma



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 50,8 mm

Conicità della punta = 60°

Peso del maglio = 73 kg

Altezza di caduta del maglio = 75 cm

Avanzamento = 30 cm

Impresa esecutrice = SGB perforazioni



# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

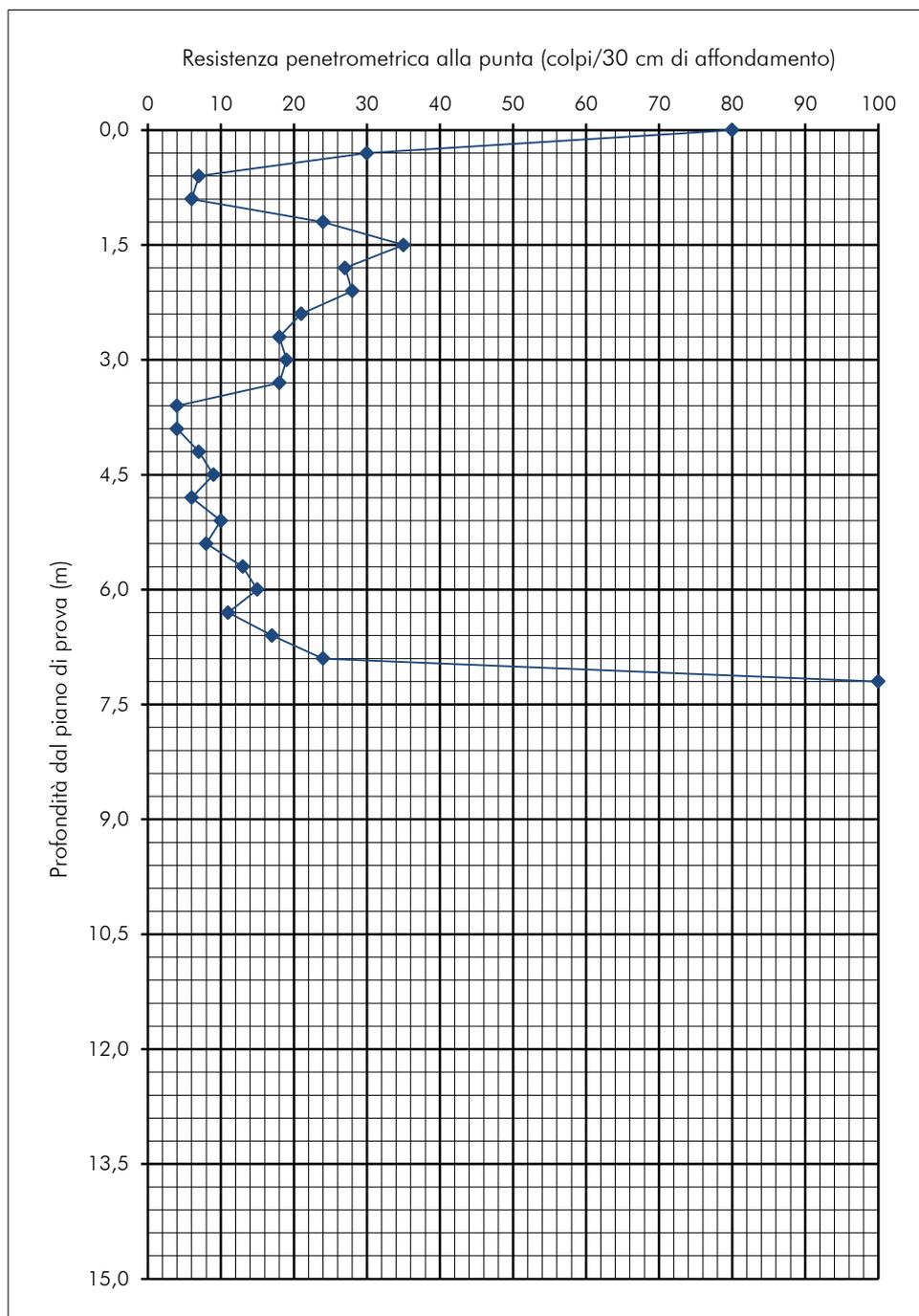
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA PENETROMETRICA SCPT N. 3

### Dati misurati

Profondità	Resistenza
0,0	80
0,3	30
0,6	7
0,9	6
1,2	24
1,5	35
1,8	27
2,1	28
2,4	21
2,7	18
3,0	19
3,3	18
3,6	4
3,9	4
4,2	7
4,5	9
4,8	6
5,1	10
5,4	8
5,7	13
6,0	15
6,3	11
6,6	17
6,9	24
7,2	100
7,5	
7,8	
8,1	
8,4	
8,7	
9,0	
9,3	
9,6	
9,9	
10,2	
10,5	
10,8	
11,1	
11,4	
11,7	
12,0	

### Diagramma



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 50,8 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 73 kg  
Altezza di caduta del maglio = 75 cm  
Avanzamento = 30 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

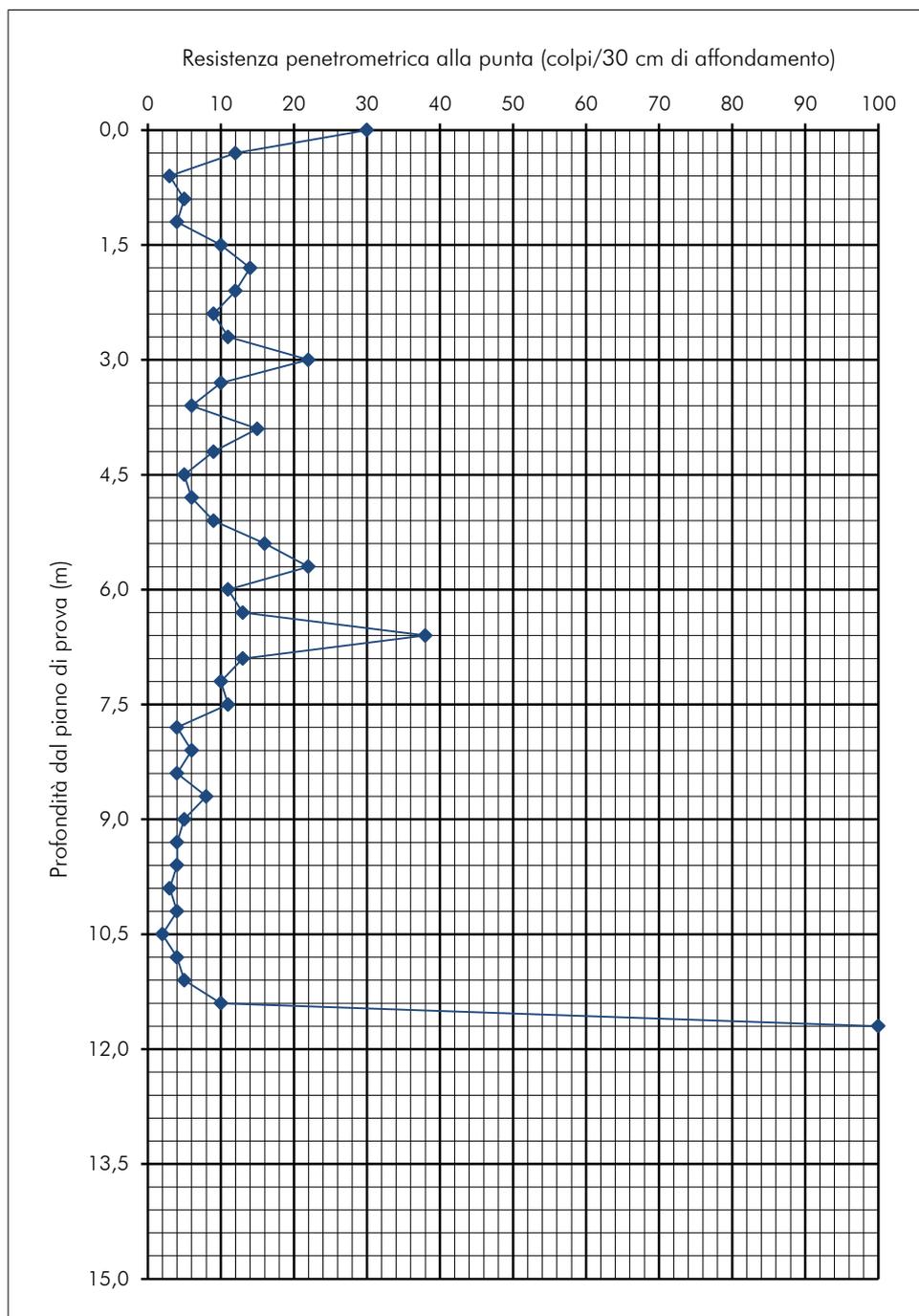
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA PENETROMETRICA SCPT N. 4

### Dati misurati

Profondità	Resistenza
0,0	30
0,3	12
0,6	3
0,9	5
1,2	4
1,5	10
1,8	14
2,1	12
2,4	9
2,7	11
3,0	22
3,3	10
3,6	6
3,9	15
4,2	9
4,5	5
4,8	6
5,1	9
5,4	16
5,7	22
6,0	11
6,3	13
6,6	38
6,9	13
7,2	10
7,5	11
7,8	4
8,1	6
8,4	4
8,7	8
9,0	5
9,3	4
9,6	4
9,9	3
10,2	4
10,5	2
10,8	4
11,1	5
11,4	10
11,7	100
12,0	

### Diagramma



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 50,8 mm

Conicità della punta = 60°

Peso del maglio = 73 kg

Altezza di caduta del maglio = 75 cm

Avanzamento = 30 cm

Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

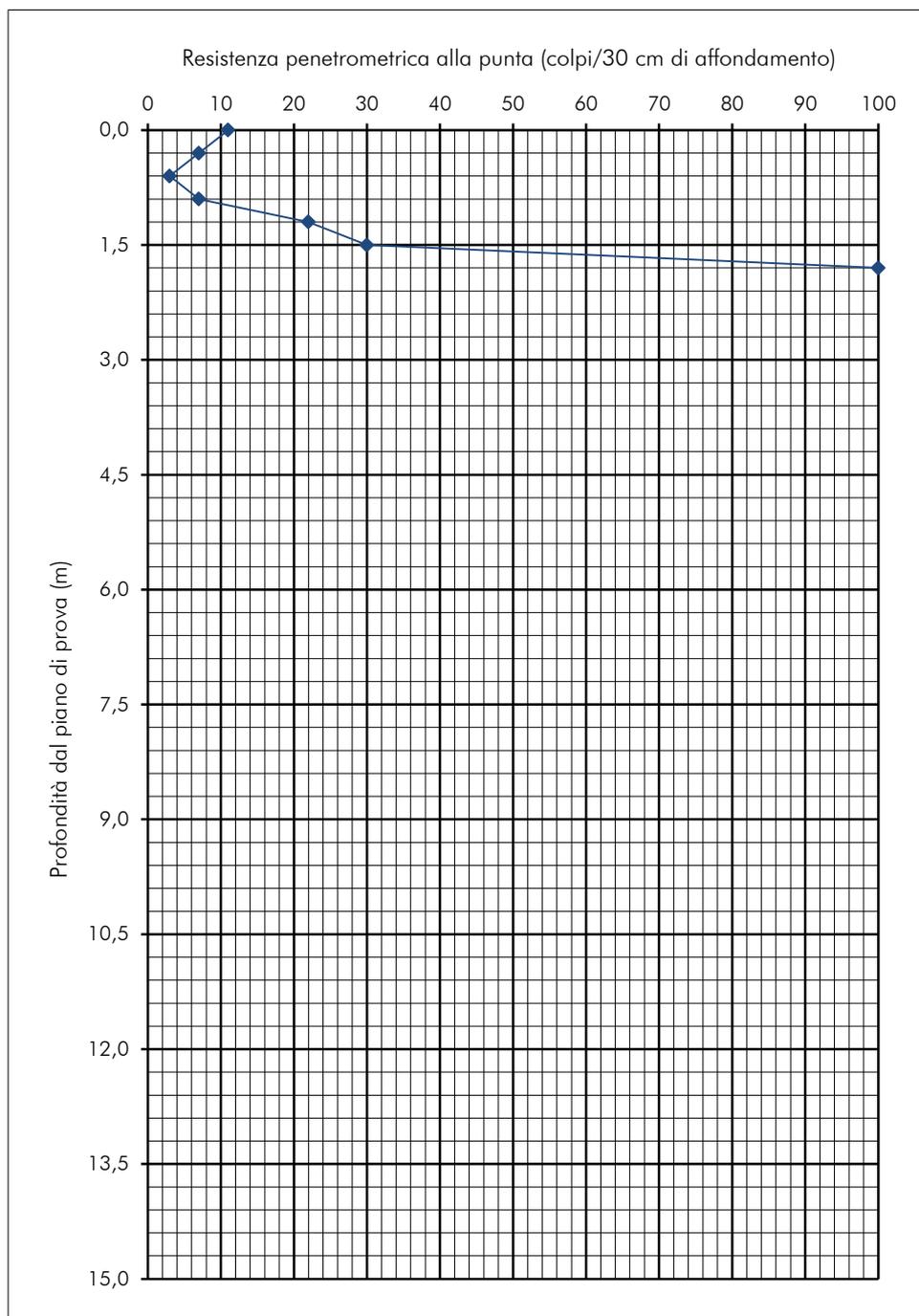
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA PENETROMETRICA SCPT N. 5

### Dati misurati

Profondità	Resistenza
0,0	11
0,3	7
0,6	3
0,9	7
1,2	22
1,5	30
1,8	100
2,1	
2,4	
2,7	
3,0	
3,3	
3,6	
3,9	
4,2	
4,5	
4,8	
5,1	
5,4	
5,7	
6,0	
6,3	
6,6	
6,9	
7,2	
7,5	
7,8	
8,1	
8,4	
8,7	
9,0	
9,3	
9,6	
9,9	
10,2	
10,5	
10,8	
11,1	
11,4	
11,7	
12,0	

### Diagramma



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 50,8 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 73 kg  
Altezza di caduta del maglio = 75 cm  
Avanzamento = 30 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

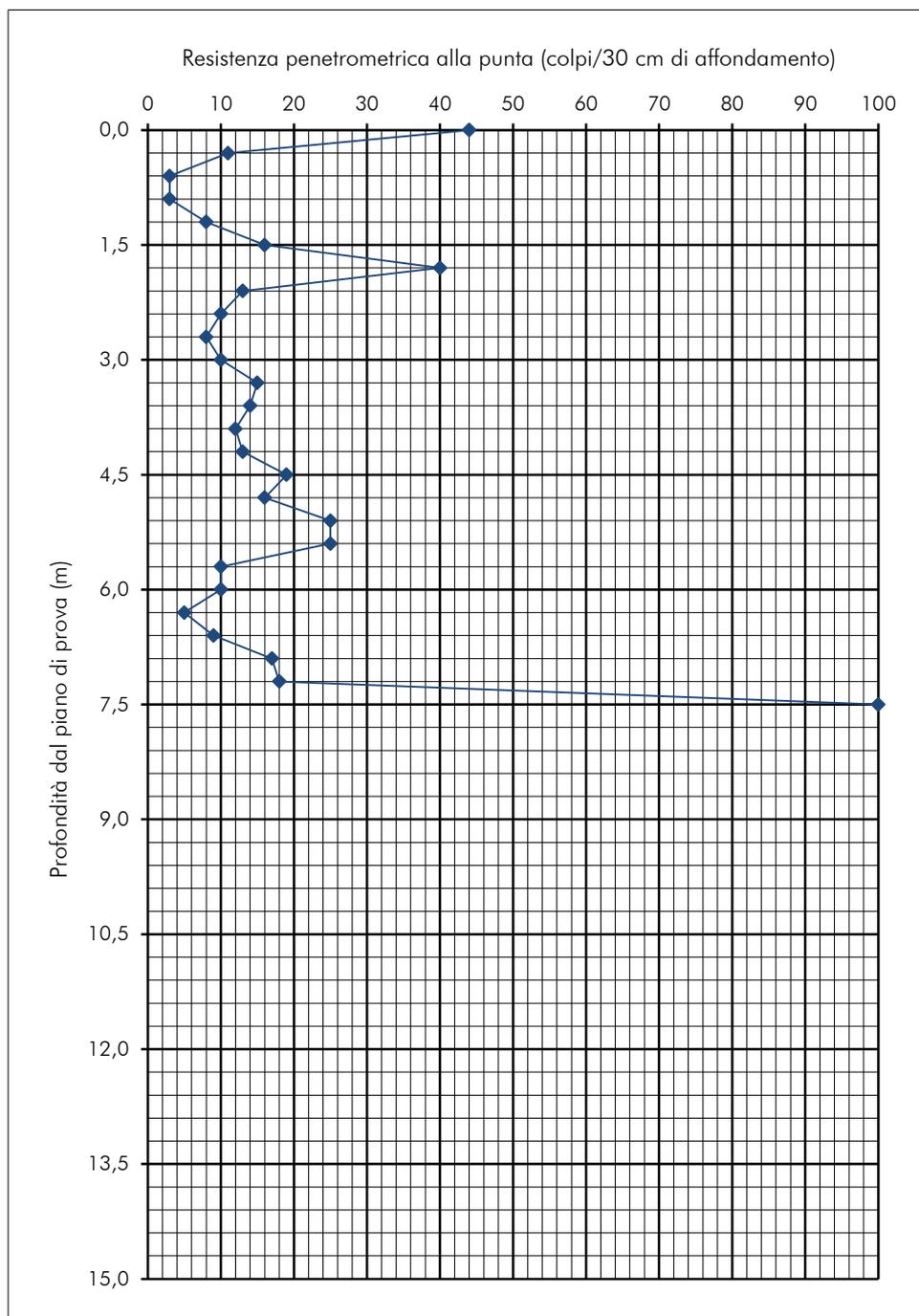
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA PENETROMETRICA SCPT N. 6

### Dati misurati

Profondità	Resistenza
0,0	44
0,3	11
0,6	3
0,9	3
1,2	8
1,5	16
1,8	40
2,1	13
2,4	10
2,7	8
3,0	10
3,3	15
3,6	14
3,9	12
4,2	13
4,5	19
4,8	16
5,1	25
5,4	25
5,7	10
6,0	10
6,3	5
6,6	9
6,9	17
7,2	18
7,5	100
7,8	
8,1	
8,4	
8,7	
9,0	
9,3	
9,6	
9,9	
10,2	
10,5	
10,8	
11,1	
11,4	
11,7	
12,0	

### Diagramma



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 50,8 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 73 kg  
Altezza di caduta del maglio = 75 cm  
Avanzamento = 30 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

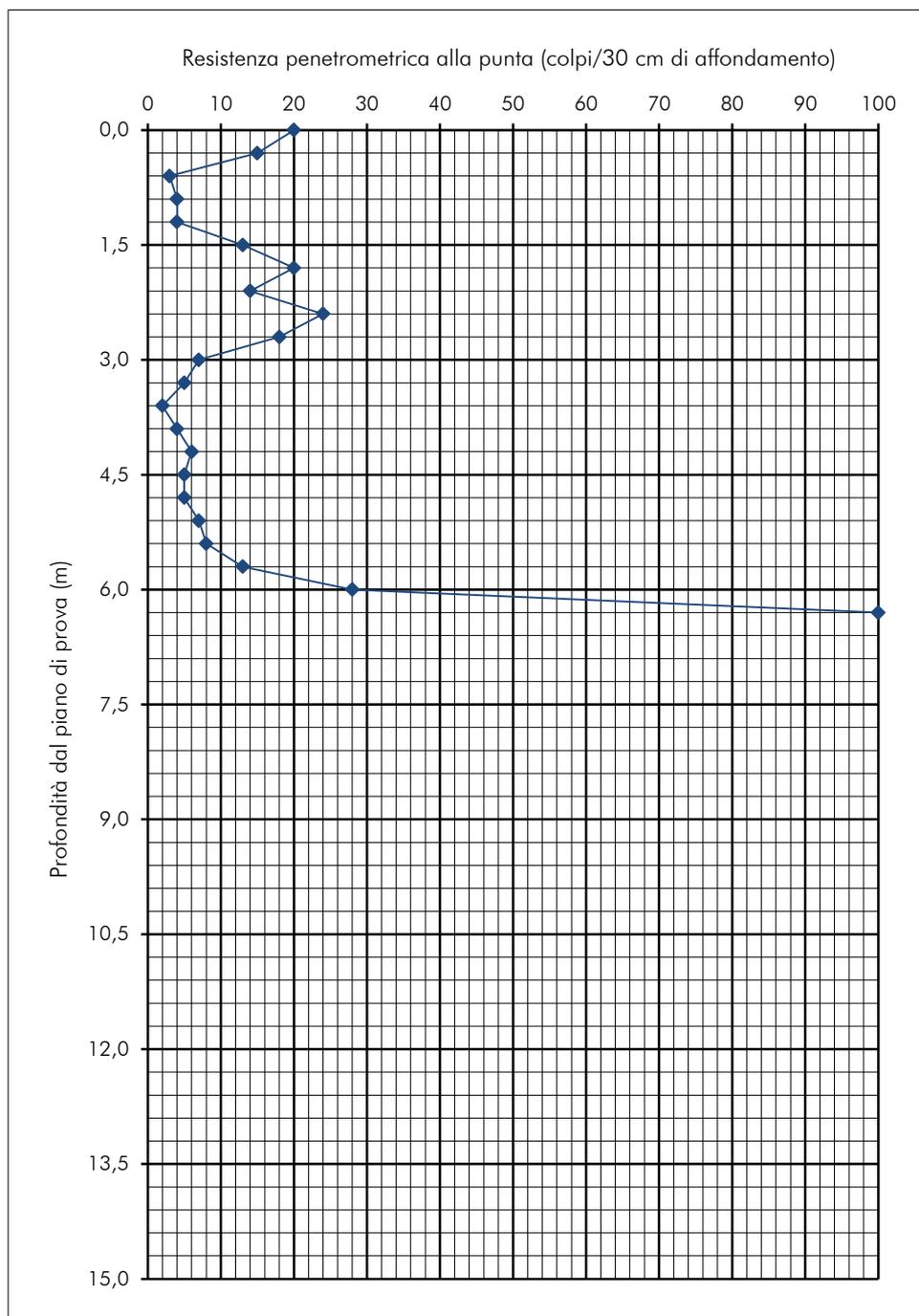
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA PENETROMETRICA SCPT N. 7

### Dati misurati

Profondità	Resistenza
0,0	20
0,3	15
0,6	3
0,9	4
1,2	4
1,5	13
1,8	20
2,1	14
2,4	24
2,7	18
3,0	7
3,3	5
3,6	2
3,9	4
4,2	6
4,5	5
4,8	5
5,1	7
5,4	8
5,7	13
6,0	28
6,3	100
6,6	
6,9	
7,2	
7,5	
7,8	
8,1	
8,4	
8,7	
9,0	
9,3	
9,6	
9,9	
10,2	
10,5	
10,8	
11,1	
11,4	
11,7	
12,0	

### Diagramma



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 50,8 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 73 kg  
Altezza di caduta del maglio = 75 cm  
Avanzamento = 30 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

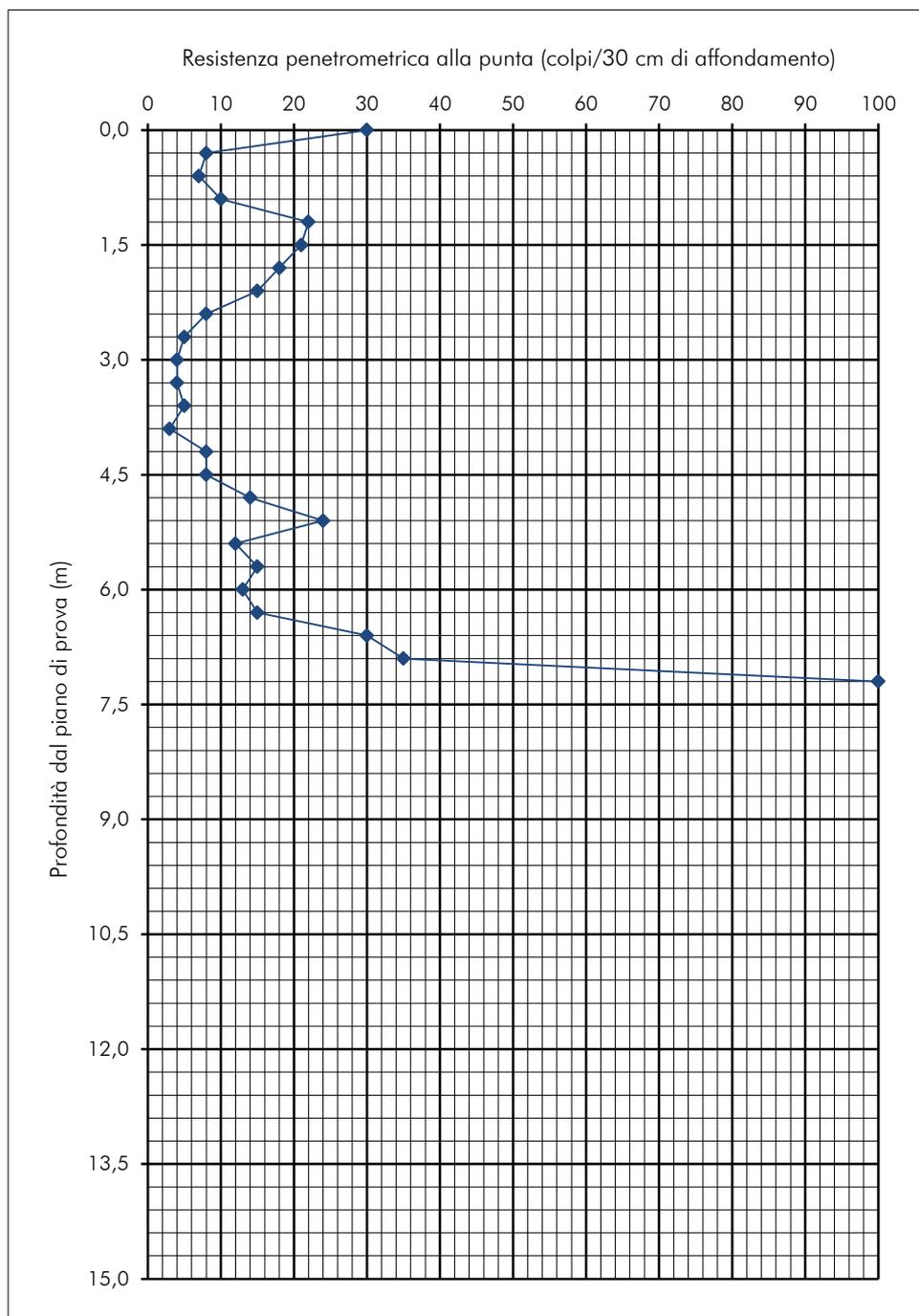
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA PENETROMETRICA SCPT N. 8

### Dati misurati

Profondità	Resistenza
0,0	30
0,3	8
0,6	7
0,9	10
1,2	22
1,5	21
1,8	18
2,1	15
2,4	8
2,7	5
3,0	4
3,3	4
3,6	5
3,9	3
4,2	8
4,5	8
4,8	14
5,1	24
5,4	12
5,7	15
6,0	13
6,3	15
6,6	30
6,9	35
7,2	100
7,5	
7,8	
8,1	
8,4	
8,7	
9,0	
9,3	
9,6	
9,9	
10,2	
10,5	
10,8	
11,1	
11,4	
11,7	
12,0	

### Diagramma



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 50,8 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 73 kg  
Altezza di caduta del maglio = 75 cm  
Avanzamento = 30 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

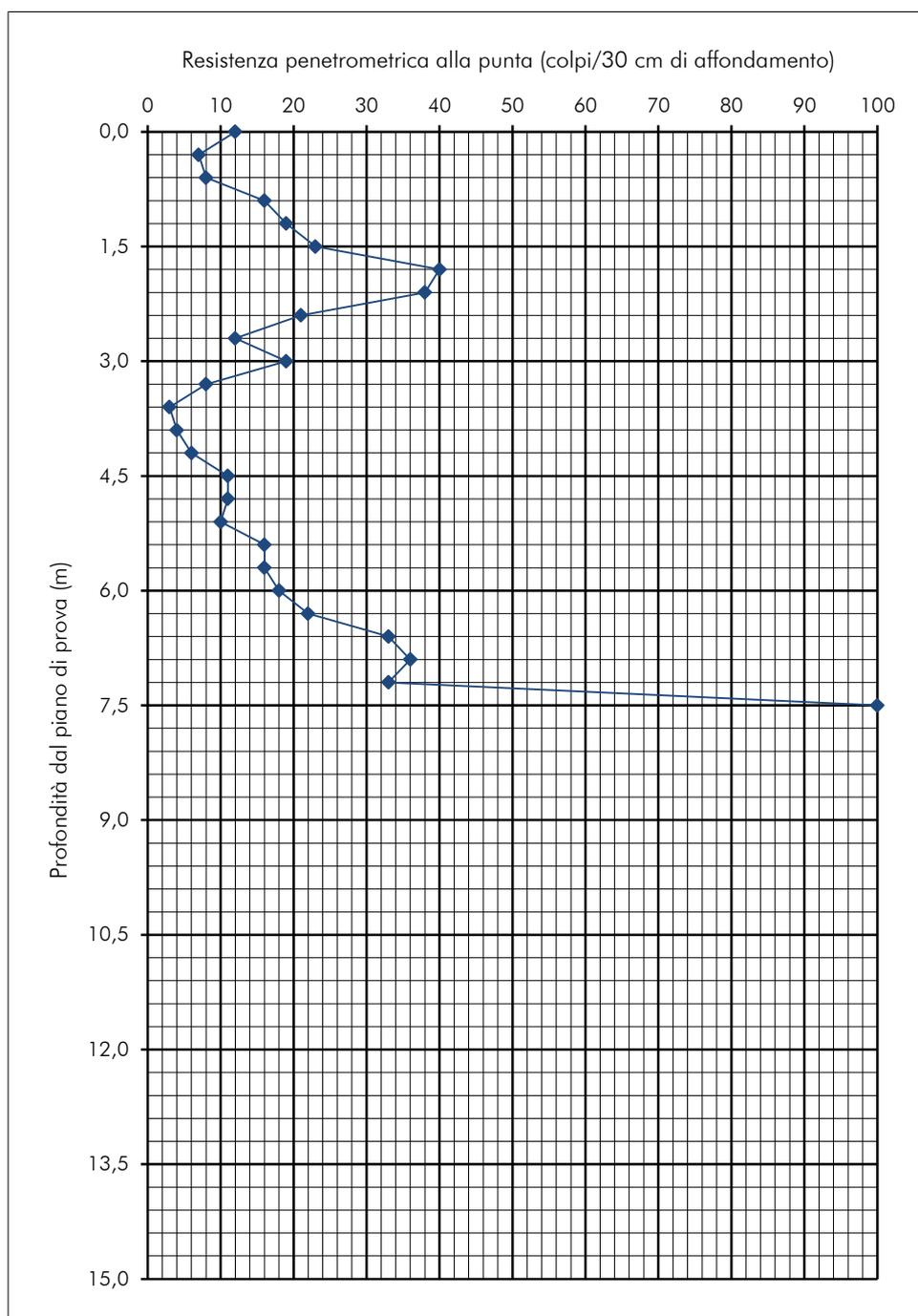
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA PENETROMETRICA SCPT N. 9

### Dati misurati

Profondità	Resistenza
0,0	12
0,3	7
0,6	8
0,9	16
1,2	19
1,5	23
1,8	40
2,1	38
2,4	21
2,7	12
3,0	19
3,3	8
3,6	3
3,9	4
4,2	6
4,5	11
4,8	11
5,1	10
5,4	16
5,7	16
6,0	18
6,3	22
6,6	33
6,9	36
7,2	33
7,5	100
7,8	
8,1	
8,4	
8,7	
9,0	
9,3	
9,6	
9,9	
10,2	
10,5	
10,8	
11,1	
11,4	
11,7	
12,0	

### Diagramma



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 50,8 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 73 kg  
Altezza di caduta del maglio = 75 cm  
Avanzamento = 30 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

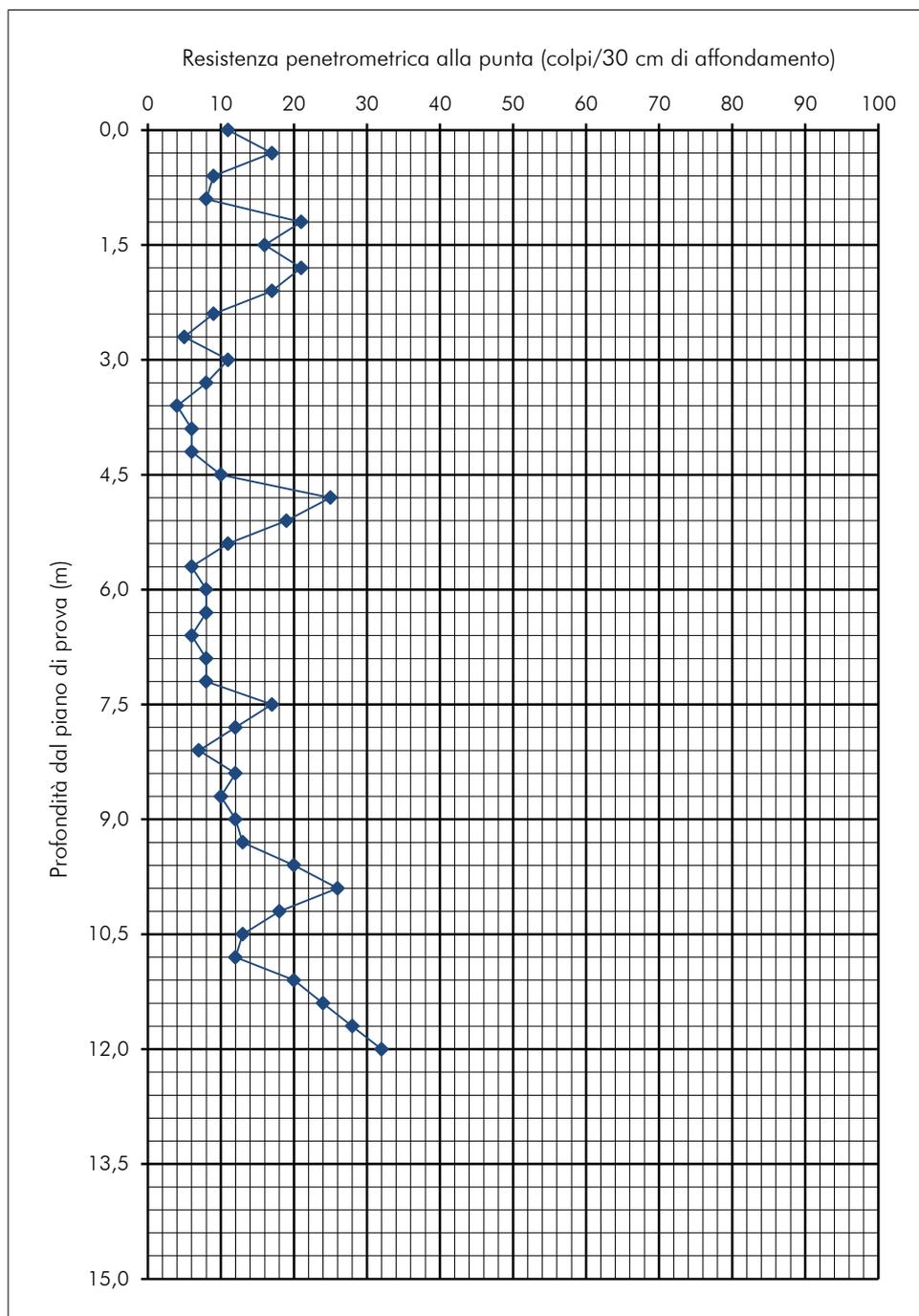
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA PENETROMETRICA SCPT N. 10

### Dati misurati

Profondità	Resistenza
0,0	11
0,3	17
0,6	9
0,9	8
1,2	21
1,5	16
1,8	21
2,1	17
2,4	9
2,7	5
3,0	11
3,3	8
3,6	4
3,9	6
4,2	6
4,5	10
4,8	25
5,1	19
5,4	11
5,7	6
6,0	8
6,3	8
6,6	6
6,9	8
7,2	8
7,5	17
7,8	12
8,1	7
8,4	12
8,7	10
9,0	12
9,3	13
9,6	20
9,9	26
10,2	18
10,5	13
10,8	12
11,1	20
11,4	24
11,7	28
12,0	32

### Diagramma



### Dati tecnici della prova

Diametro della punta = 50,8 mm  
Conicità della punta = 60°  
Peso del maglio = 73 kg  
Altezza di caduta del maglio = 75 cm  
Avanzamento = 30 cm  
Impresa esecutrice = SGB perforazioni

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

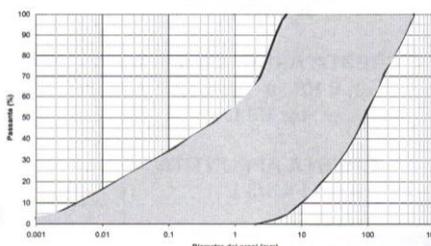
## VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LITOLOGICI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA (Linea sismica A - Scheda litologia ghiaiosa)

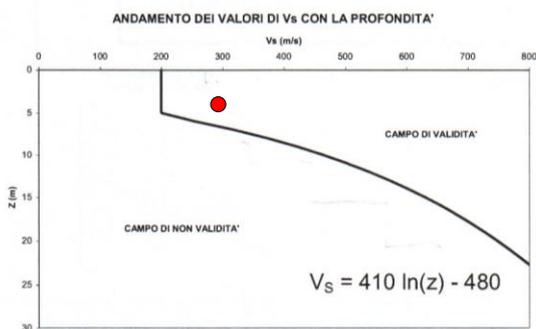
**PARAMETRI INDICATIVI**

**GRANULOMETRIA:**  
Da ghiaie e ciottoli con blocchi a ghiaie e sabbie limose debolmente argillose passando per ghiaie con sabbie limose, ghiaie sabbiose, ghiaie con limo debolmente sabbiose e sabbie con ghiaie

**NOTE:**  
Comportamento granulare  
Struttura granulo-sostenuta  
Frazione ghiaiosa superiore al 35%  
Frequenti clasti con  $D_{max} > 20$  cm  
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 65%  
Matrice limoso - argillosa fino ad un massimo del 30% con frazione argillosa subordinata (fino al 5%)  
Presenza di eventuali trovanti con  $D > 50$  cm  
Presenza di eventuali orizzonti localmente cementati

**FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO**

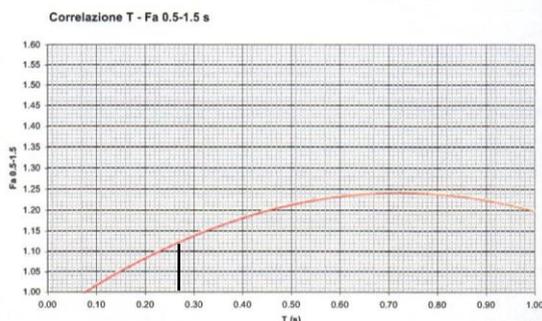
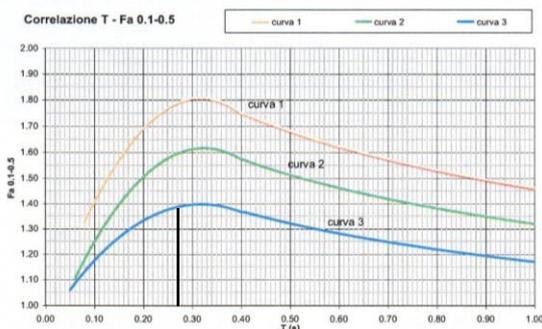




Profondità primo strato (m)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	
200				1	1										
250				2	2	2									
300				3	3	3	3								
350				3	3	3	3	3							
400				3	3	3	3	3	3						
450				3	3	3	3	3	3	3					
500				3	3	3	3	3	3	3	3				
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3			
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Velocità primo strato (m/s)



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.58T^2 + 0.84T + 0.94$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32 \ln T$
2	$0.06 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28 \ln T$
3	$0.05 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22 \ln T$



# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

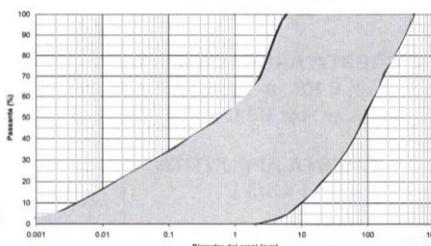
## VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LITOLOGICI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA (Linea sismica B - Scheda litologia ghiaiosa)

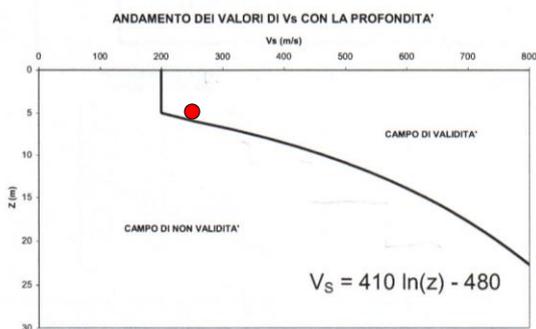
**PARAMETRI INDICATIVI**

**GRANULOMETRIA:**  
Da ghiaie e ciottoli con blocchi a ghiaie e sabbie limose debolmente argillose passando per ghiaie con sabbie limose, ghiaie sabbiose, ghiaie con limo debolmente sabbiose e sabbie con ghiaie

**NOTE:**  
Comportamento granulare  
Struttura granulo-sostenuta  
Frazione ghiaiosa superiore al 35%  
Frequenti clasti con  $D_{max} > 20$  cm  
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 65%  
Matrice limoso - argillosa fino ad un massimo del 30% con frazione argillosa subordinata (fino al 5%)  
Presenza di eventuali trovanti con  $D > 50$  cm  
Presenza di eventuali orizzonti localmente cementati

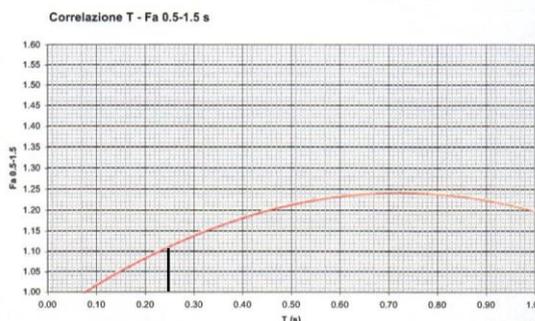
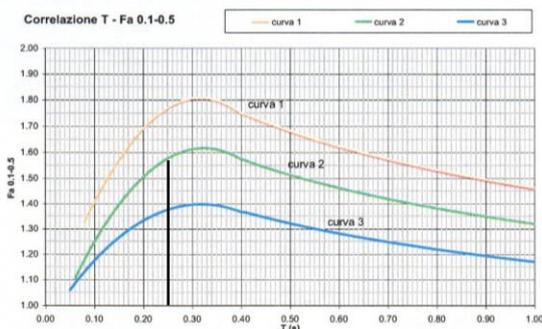
**FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO**





Profondità primo strato (m)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	
200				1	1										
250				2	2	2									
300				3	3	3	3								
350				3	3	3	3	3							
400				3	3	3	3	3	3						
450				3	3	3	3	3	3	3					
500				3	3	3	3	3	3	3	3				
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3			
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.58T^2 + 0.84T + 0.94$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32 \ln T$
2	$0.06 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28 \ln T$
3	$0.05 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22 \ln T$



## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE SPT

#### PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Terreno incoerente

SPT N.	Quota (m)	N (-)	Nc (-)	$\phi 1$ (gradi)	sigma v (t/mq)	Dr (-)	$\phi 2$ (gradi)	E (t/mq)
S1Pr1	7,5	5	4	25,7	14,70	0,30	23,4	475
S1Pr2	10,5	25	20	32,8	17,70	0,60	32,8	1205
S1Pr3	13,5	28	21	33,1	20,70	0,58	33,1	1249
S1Pr4	18,0	58	40	39,3	25,20	0,74	39,3	2118
S4Pr1	9,0	30	25	34,5	16,20	0,69	34,5	1432
S4Pr2	13,5	28	21	33,1	20,70	0,58	33,1	1249
S4Pr3	16,5	39	28	35,4	23,70	0,63	35,4	1551
S4Pr4	19,5	50	34	37,3	26,70	0,66	37,3	1820
S5Pr1	9,0	16	13	30,1	16,20	0,51	29,7	892
S5Pr2	13,5	37	28	35,5	20,70	0,67	35,5	1563
S5Pr3	16,5	49	35	37,7	23,70	0,71	37,7	1878
S5Pr4	19,5	-	-	-	-	-	-	-
S7Pr1	7,5	35	31	36,3	14,70	0,79	36,3	1677
S7Pr2	9,0	28	24	33,9	16,20	0,67	33,9	1355
S7Pr3	12,0	-	-	-	-	-	-	-
S7Pr4	15,0	50	37	38,3	22,20	0,75	38,3	1961

N = Resistenza penetrometrica misurata

Nc = Resistenza penetrometrica corretta  
(Gibbs-Holtz)

$\phi 1$  = Angolo di attrito (Shioi-Fukuni)

sigma v = Tensione verticale efficace

Dr = Densità relativa (Gibbs-Holtz)

$\phi 2$  = Angolo di attrito corretto (Vésic)

E = Modulo di elasticità (Bowles)



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE SCPT

### PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Terreno incoerente

SCPT N.	Quota (m)	N (-)	Nc (-)	Fi1 (gradi)	sigma v (t/mq)	Dr (-)	Fi2 (gradi)	E (t/mq)
1	0,0	20	32	36,6	1,80	1,00	36,6	1693,71
	1,8	6	7	27,0	7,20	0,46	26,3	572,17
	5,4	22	21	33,1	11,40	0,71	33,1	1222,73
	6,0	22	21	33,0	-	-	-	1219,32
2	0,0	4	7	27,1	1,20	0,61	27,1	580,00
	1,2	22	28	35,6	4,20	1,00	35,6	1554,48
	3,0	7	8	27,5	7,50	0,48	27,0	618,06
	4,5	11	11	29,0	10,80	0,52	28,6	755,83
	6,3	20	18	32,0	13,20	0,63	32,0	1091,92
6,9	20	18	31,9	-	-	-	1083,84	
3	0,0	8	14	30,2	1,20	0,86	30,2	889,05
	1,2	22	28	35,4	4,50	1,00	35,4	1531,56
	3,3	7	7	27,2	9,90	0,43	26,3	588,71
	6,6	22	20	32,5	13,80	0,65	32,5	1159,25
	7,2	22	20	32,7	-	-	-	1174,16
4	0,0	4	7	26,9	1,50	0,58	26,9	566,52
	1,5	10	11	29,2	6,90	0,60	29,2	779,41
	5,4	14	13	29,9	12,90	0,53	29,6	850,50
	7,5	5	4	25,6	16,01	0,28	23,2	461,65
	11,4	15	12	29,6	17,90	0,46	28,9	817,75
11,7	15	12	29,5	-	-	-	812,88	
5	0,0	5	9	27,9	1,20	0,68	27,9	657,26
	1,2	25	35	37,7	3,00	1,00	37,7	1856,54
	1,8	25	35	37,7	-	-	-	1851,56

N = Resistenza penetrometrica misurata

Nc = Resistenza penetrometrica corretta  
(Gibbs-Holtz)

Fi1 = Angolo di attrito (Shioi-Fukuni)

sigma v = Tensione verticale efficace

Dr = Densità relativa (Gibbs-Holtz)

Fi2 = Angolo di attrito corretto (Vésic)

E = Modulo di elasticità (Bowles)



# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE SCPT

### PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Terreno incoerente

SCPT N.	Quota (m)	N (-)	Nc (-)	Fi1 (gradi)	sigma v (t/mq)	Dr (-)	Fi2 (gradi)	E (t/mq)
6	0,0	7	11	29,3	1,50	0,77	29,3	788,20
	1,5	12	14	30,5	5,70	0,70	30,5	915,72
	4,2	17	17	31,5	10,20	0,66	31,5	1034,97
	6,0	8	7	27,3	13,20	0,40	27,3	599,35
	7,2	20	17	31,7	15,00	0,59	31,6	1053,31
	7,8	20	17	31,5	-	-	-	1038,68
7	0,0	4	7	26,9	1,50	0,58	26,9	566,52
	1,5	16	20	32,8	4,50	0,88	32,8	1187,76
	3,0	5	5	26,2	8,70	0,38	24,9	507,68
	5,7	25	24	33,9	12,00	0,74	33,9	1333,15
	6,3	25	24	34,1	-	-	-	1354,80
8	0,0	8	14	30,2	1,20	0,86	30,2	889,05
	1,2	16	21	33,2	3,60	0,95	33,2	1241,68
	2,4	4	5	25,8	6,60	0,38	24,5	477,02
	4,2	14	14	30,2	10,80	0,58	30,2	888,06
	6,6	30	27	35,1	13,80	0,75	35,1	1482,27
	7,2	30	27	35,1	-	-	-	1490,28
9	0,0	10	18	31,9	0,90	1,00	31,9	1087,01
	0,9	20	26	34,9	3,90	1,00	34,9	1460,18
	3,0	6	6	26,9	8,10	0,43	26,0	561,50
	5,1	20	18	32,1	12,60	0,65	32,1	1105,98
	7,5	20	18	31,9	-	-	-	1083,84
10	0,0	12	18	31,8	2,40	0,91	31,8	1072,48
	2,4	7	8	27,6	6,90	0,50	27,2	626,87
	4,5	8	8	27,5	11,70	0,42	26,5	613,92
	7,2	12	10	28,8	14,76	0,46	28,1	743,30
	9,6	18	15	30,7	16,92	0,52	30,4	942,34
	12,0	18	15	30,8	-	-	-	948,36

N = Resistenza penetrometrica misurata

Nc = Resistenza penetrometrica corretta (Gibbs-Holtz)

Fi1 = Angolo di attrito (Shioi-Fukuni)

sigma v = Tensione verticale efficace

Dr = Densità relativa (Gibbs-Holtz)

Fi2 = Angolo di attrito corretto (Vésic)

E = Modulo di elasticità (Bowles)

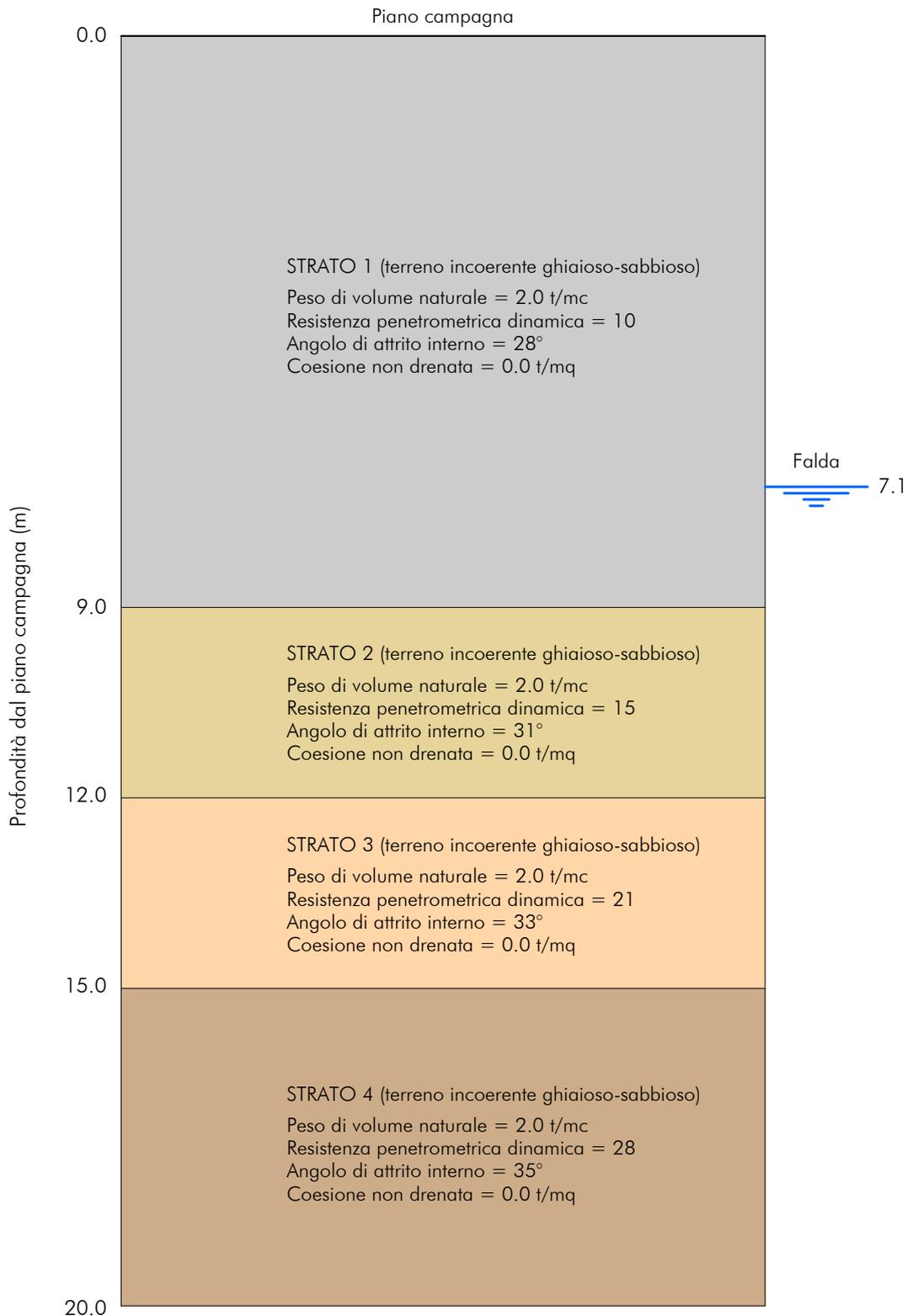


# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia

Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO



# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

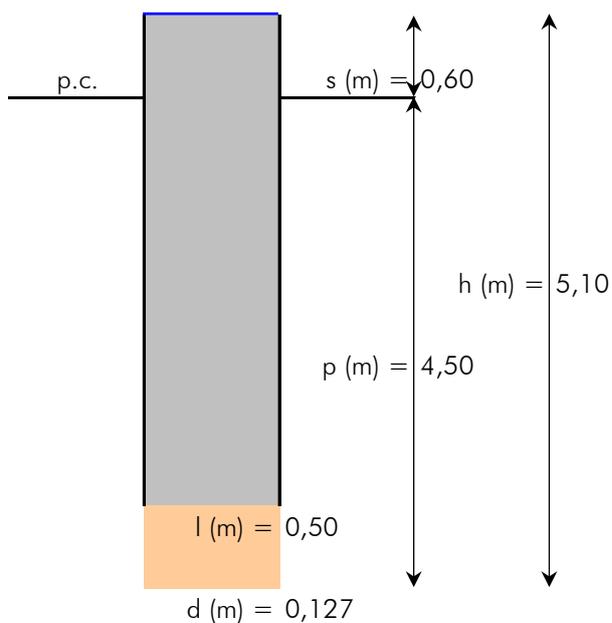
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

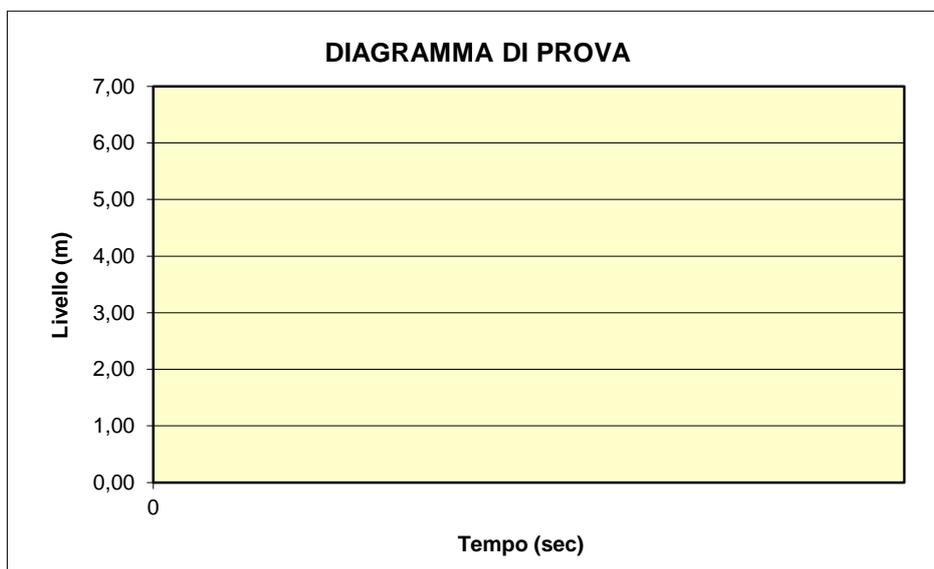
Sondaggio n. 1

Prova n. 1

Profondità prova dal piano campagna = 4,5 m



Dati di prova		
Tempo t (sec)	Livello h (m)	Livello s (m)
Portata (l/min) = 100,0		



Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) =

Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) > **1,72E-04**

Carico variabile

Carico costante



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

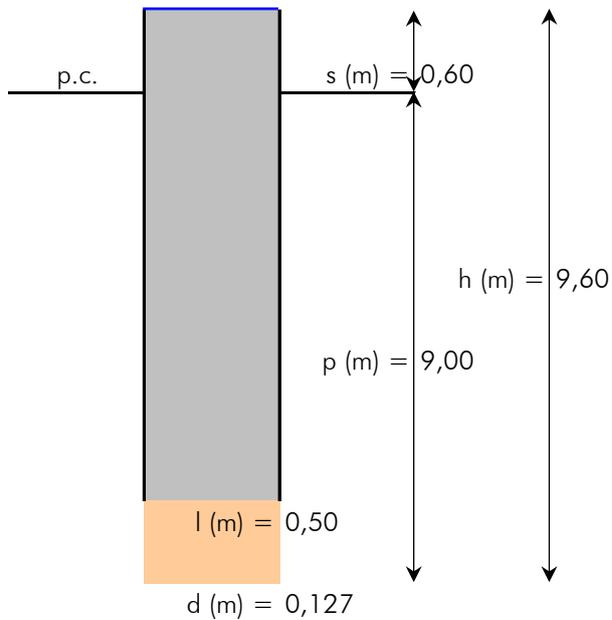
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

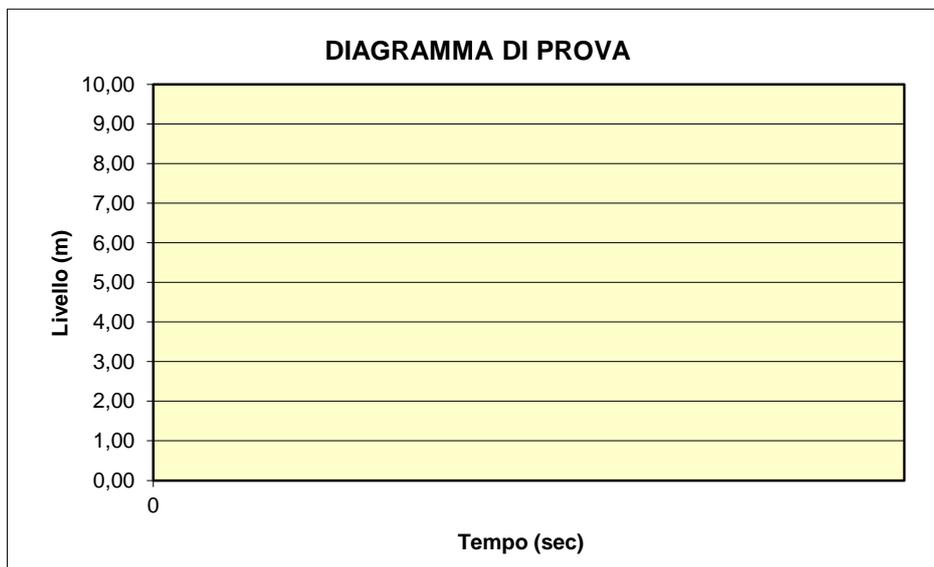
Sondaggio n. 1

Prova n. 2

Profondità prova dal piano campagna = 9,0 m



Dati di prova		
Tempo t (sec)	Livello h (m)	Livello s (m)
Portata (l/min) = 100,0		



Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) =  
Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) > **9,13E-05**

Carico variabile  
Carico costante



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

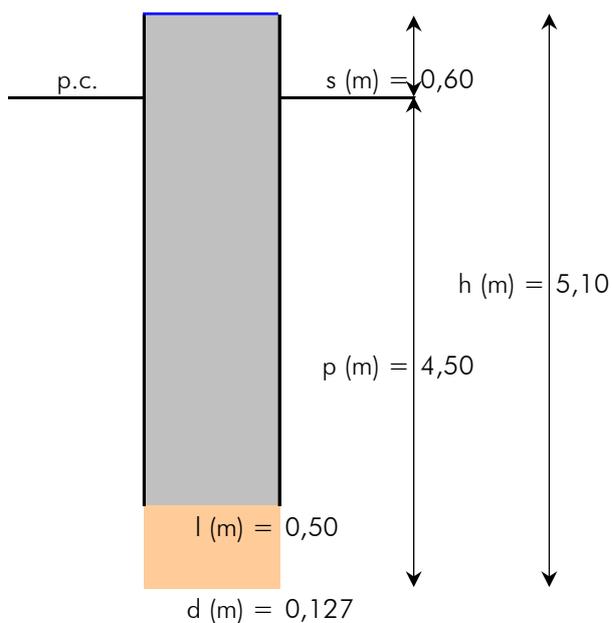
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

Sondaggio n. 4

Prova n. 1

Profondità prova dal piano campagna = 4,5 m



Dati di prova		
Tempo t (sec)	Livello h (m)	Livello s (m)
Portata (l/min) = 100,0		



Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) =  
Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) > **1,72E-04**

Carico variabile  
Carico costante



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

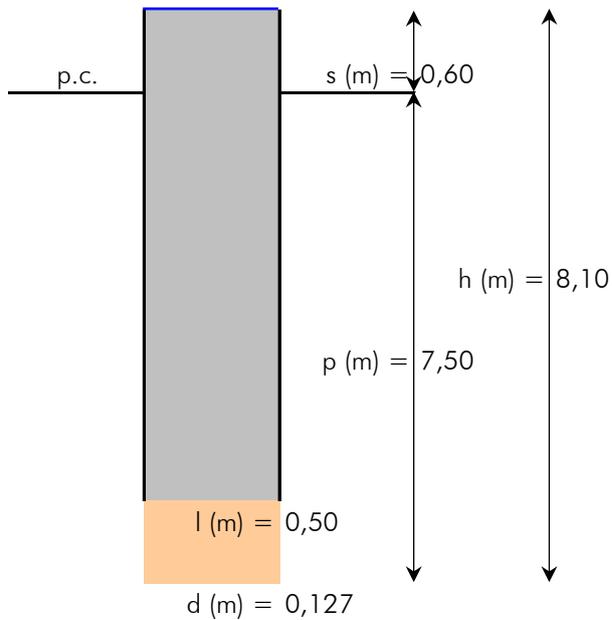
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

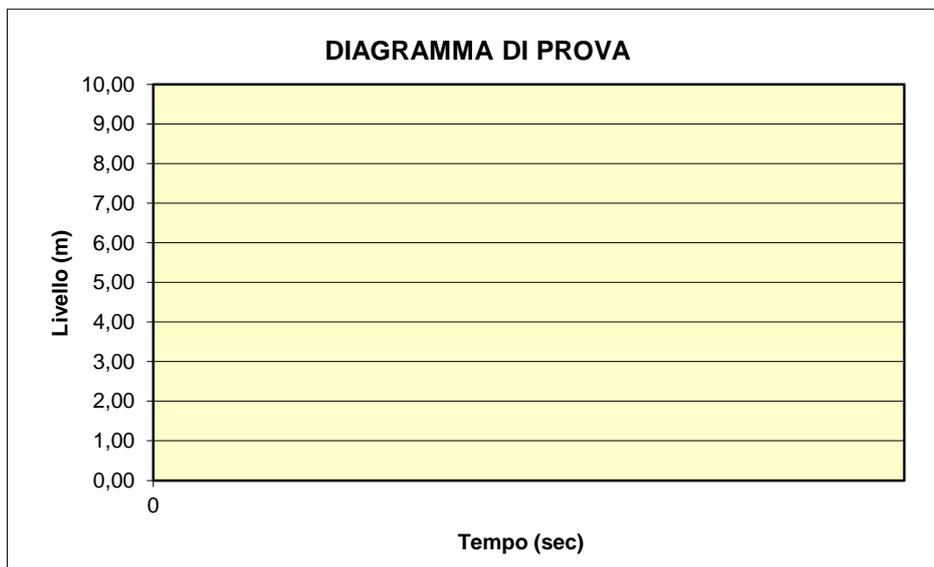
Sondaggio n. 4

Prova n. 2

Profondità prova dal piano campagna = 7,5 m



Dati di prova		
Tempo t (sec)	Livello h (m)	Livello s (m)
Portata (l/min) = 100,0		



Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) =  
Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) > 1,08E-04

Carico variabile  
Carico costante



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

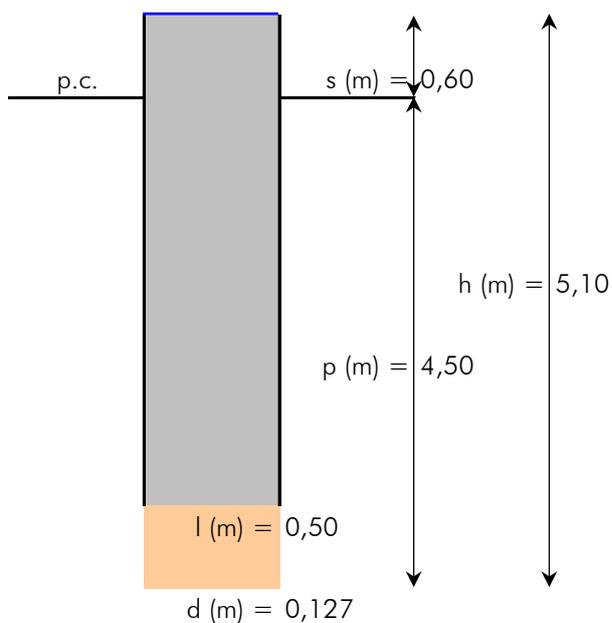
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

Sondaggio n. 5

Prova n. 1

Profondità prova dal piano campagna = 4,5 m



Dati di prova		
Tempo t (sec)	Livello h (m)	Livello s (m)
Portata (l/min) = 100,0		



Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) =

Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) > **1,72E-04**

Carico variabile

Carico costante



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

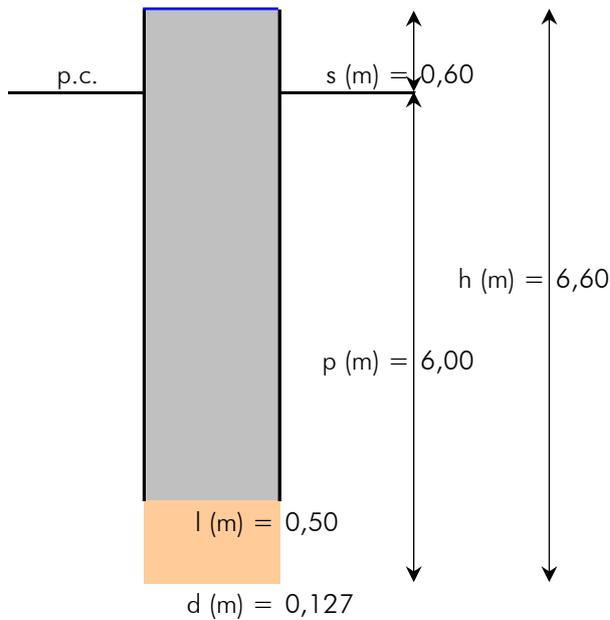
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

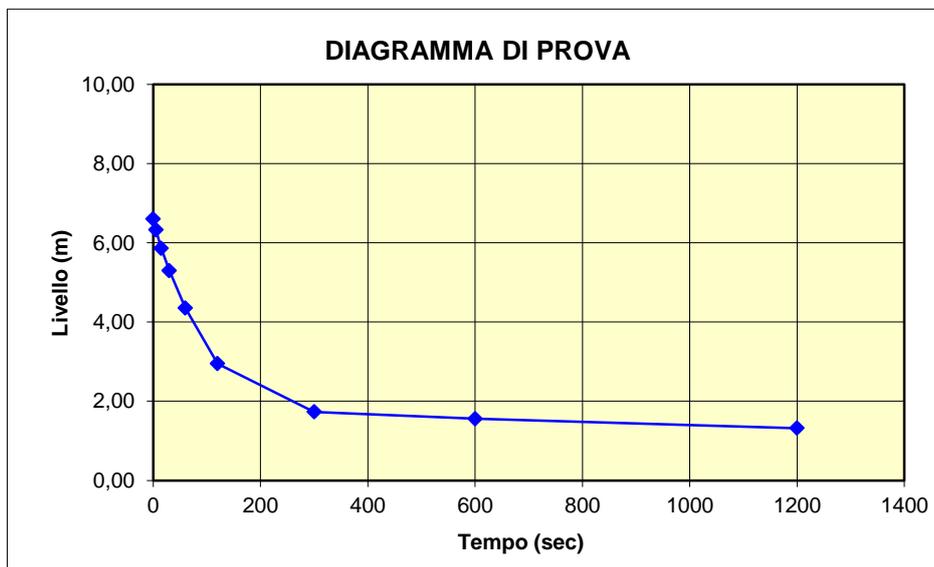
Sondaggio n. 5

Prova n. 2

Profondità prova dal piano campagna = 6.0 m



Dati di prova		
Tempo t (sec)	Livello h (m)	Livello s (m)
0	6,60	0,00
5	6,33	0,27
15	5,86	0,74
30	5,30	1,30
60	4,35	2,25
120	2,95	3,65
300	1,73	4,87
600	1,56	5,04
1200	1,32	5,28
Portata (l/min) = 42,0		



Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) = **4,42E-05**  
Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) = **5,58E-05**

Carico variabile  
Carico costante



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

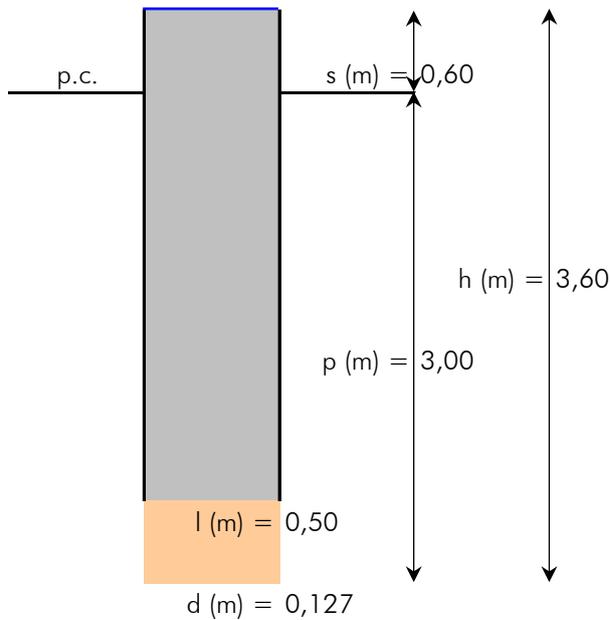
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

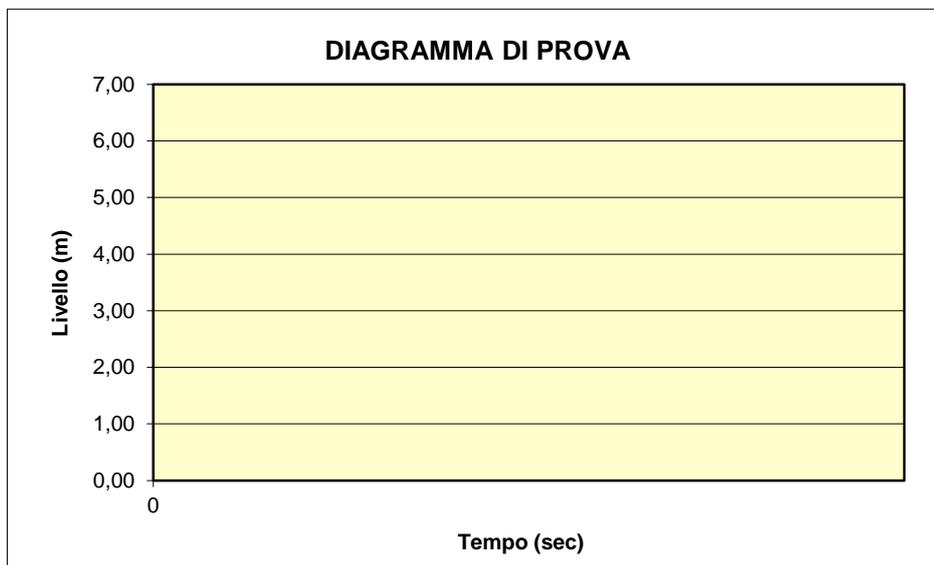
Sondaggio n. 7

Prova n. 1

Profondità prova dal piano campagna = 3,0 m



Dati di prova		
Tempo $t$ (sec)	Livello $h$ (m)	Livello $s$ (m)
Portata (l/min) = 107,0		



Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) =  
Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) > **2,60E-04**

Carico variabile  
Carico costante



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

# INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

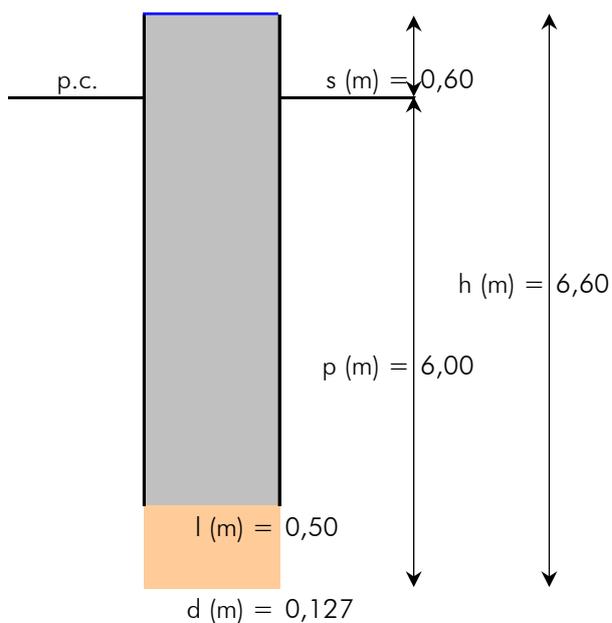
Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

## PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

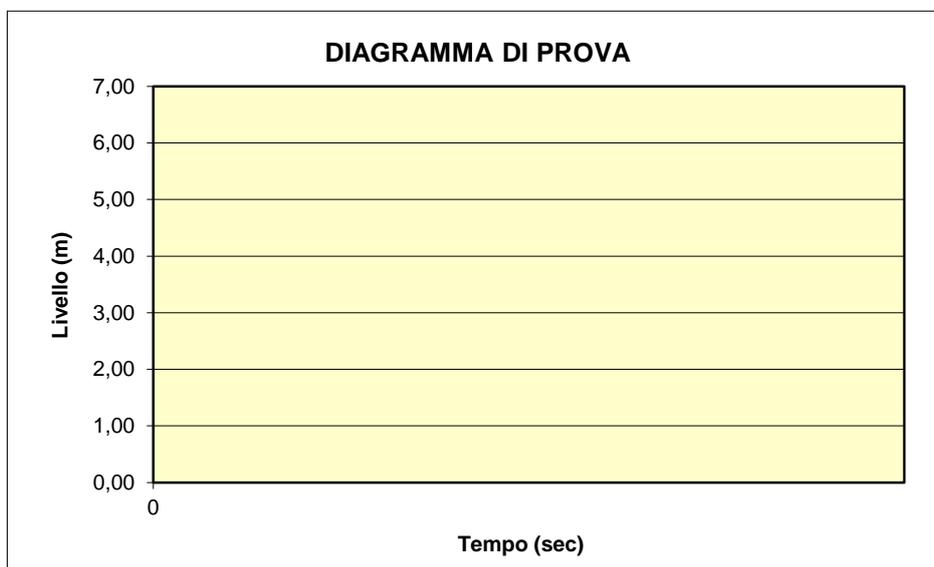
Sondaggio n. 7

Prova n. 2

Profondità prova dal piano campagna = 6,0 m



Dati di prova		
Tempo t (sec)	Livello h (m)	Livello s (m)
Portata (l/min) = 113,0		



Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) =

Coefficiente di conducibilità idraulica (m/s) > **1,50E-04**

Carico variabile

Carico costante

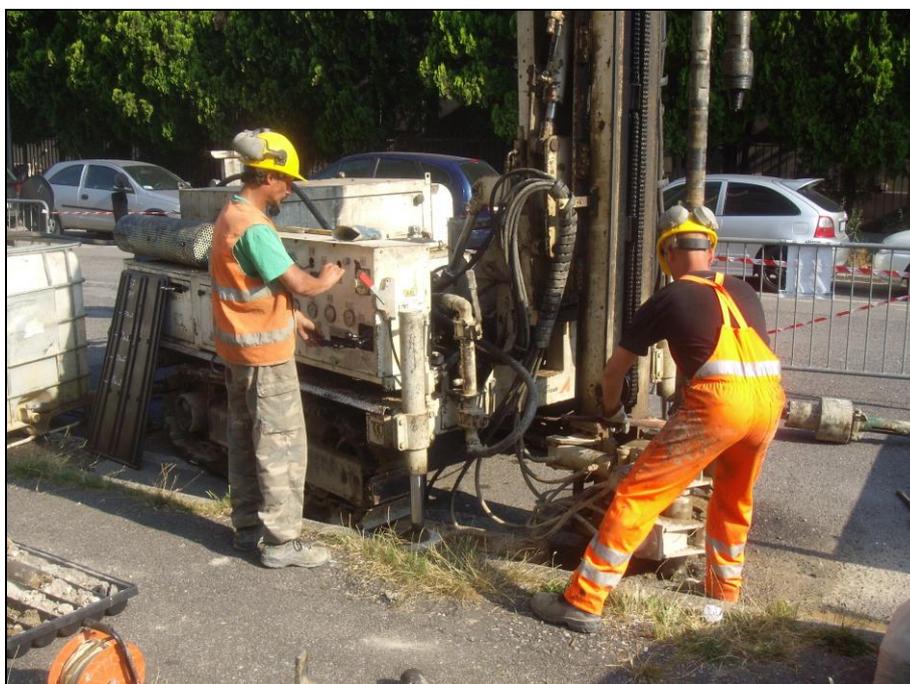
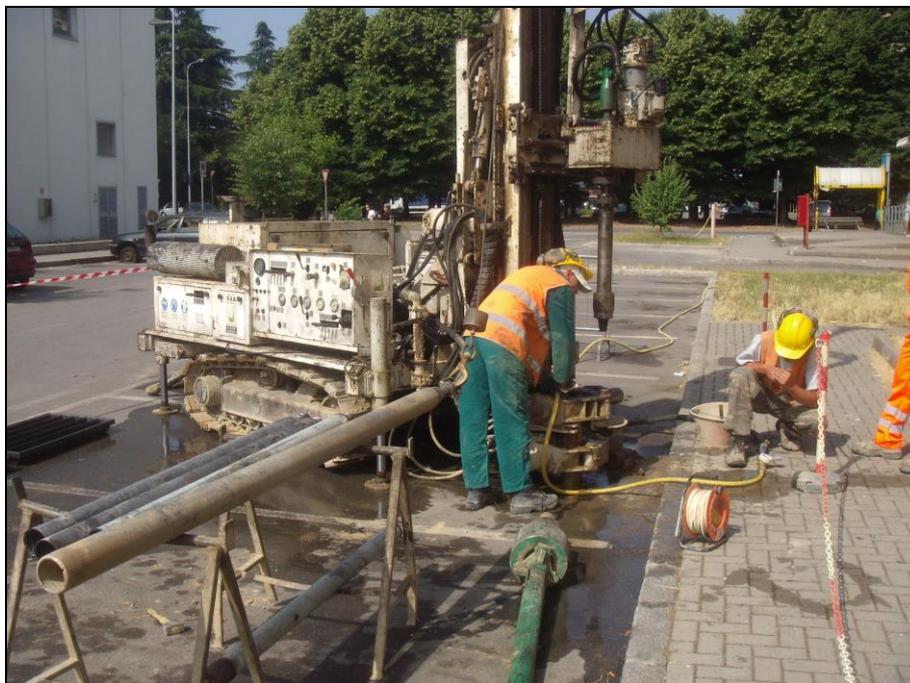


**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Fase di esecuzione dei sondaggi meccanici

## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

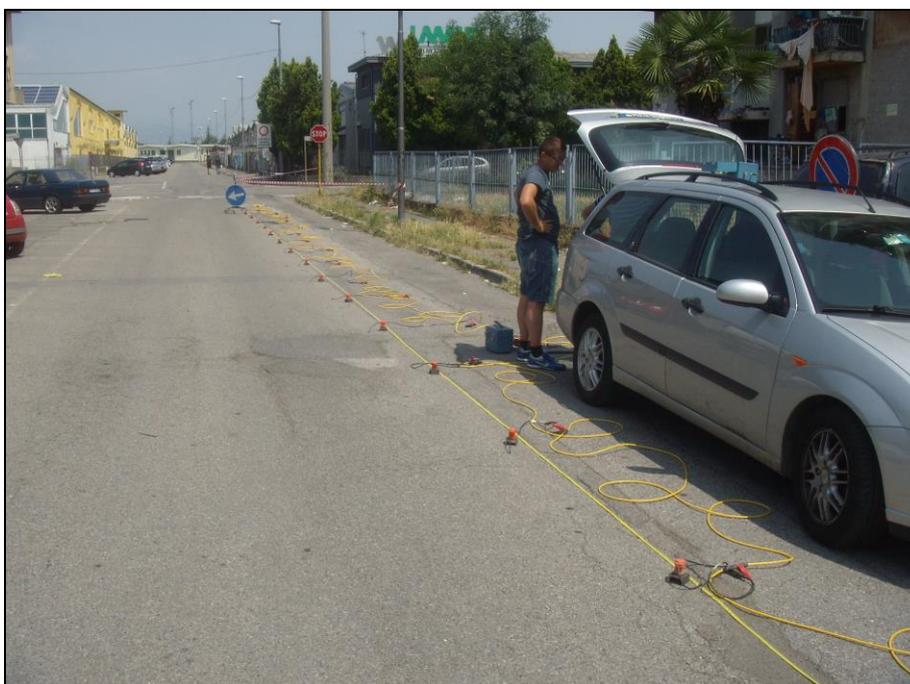
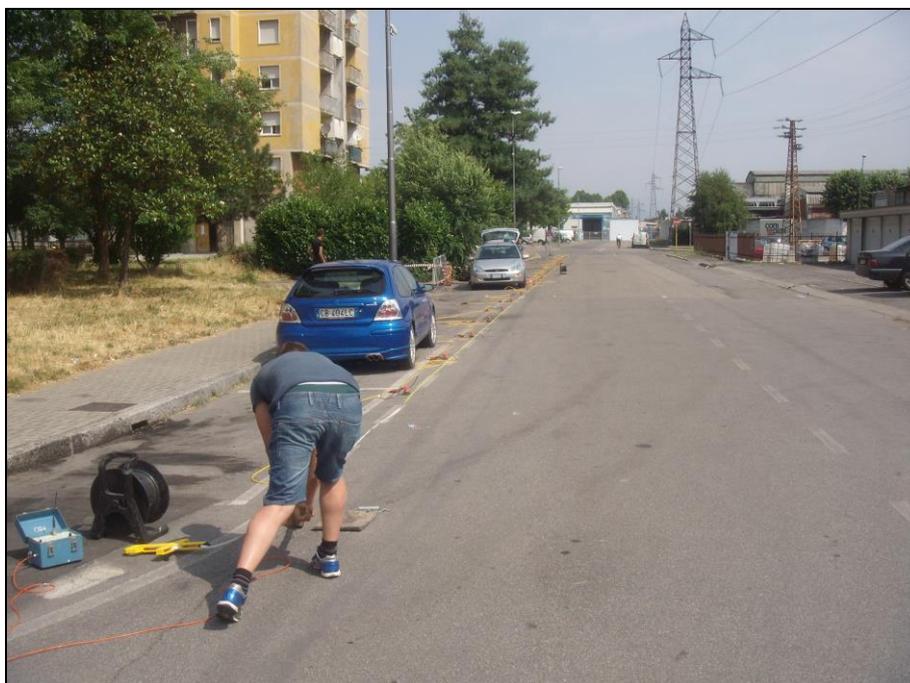


Fase di esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche continue

## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Fase di esecuzione delle prospezioni geofisiche



## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 1 (0,0-5,0 m)



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 1 (5,0-10,0 m)

## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 1 (10,0-15,0 m)



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 1 (15,0-20,0 m)



## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 2 (0,0-5,0 m)



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 3 (0,0-5,0 m)



## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 4 (0,0-5,0 m)



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 4 (5,0-10,0 m)



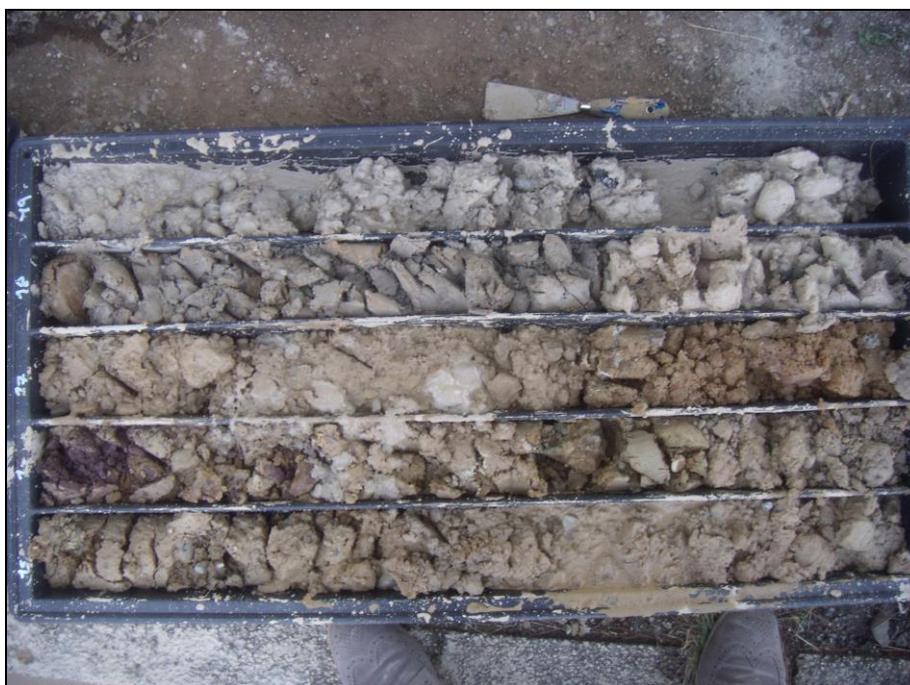
## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 4 (10,0-15,0 m)



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 4 (15,0-20,0 m)



## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 5 (0,0-5,0 m)



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 5 (5,0-10,0 m)



## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 5 (10,0-15,0 m)



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 5 (15,0-20,0 m)

## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 6 (0,0-5,0 m)



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 7 (0,0-5,0 m)



## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 7 (5,0-10,0 m)



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 7 (10,0-15,0 m)



## INFRASTRUTTURE LOMBARDE S.p.A.

Studio geologico, geotecnico ed ambientale finalizzato al Piano Attuativo in località Zingonia  
Località Zingonia - Comune di CISERANO (BG)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 7 (15,0-20,0 m)



Cassetta catalogatrice del sondaggio meccanico n. 8 (0,0-5,0 m)





**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

Geologia Applicata | Geotecnica | Geologia Ambientale  
Idrogeologia | Idrologia | Idraulica

## Analisi geotecniche di laboratorio

### CERTIFICATO

#### Committente

Infrastrutture Lombarde S.p.A.

#### Località

Zingonia  
Comune di Ciserano (BG)

#### Data

Luglio 2013

#### Tecnico responsabile

Dott. Geol. Alberto Manella



## PREMESSA

Il presente certificato viene redatto a conclusione delle analisi geotecniche di laboratorio, eseguite per conto della società Infrastrutture Lombarde S.p.A. su n. 8 campioni di terreno rimaneggiato prelevati in località Zingonia a Ciserano (BG).

L'interpretazione geotecnica dei dati in riferimento alla problematica in questione esula dalla finalità del presente certificato.

Le analisi effettuate sono le seguenti:

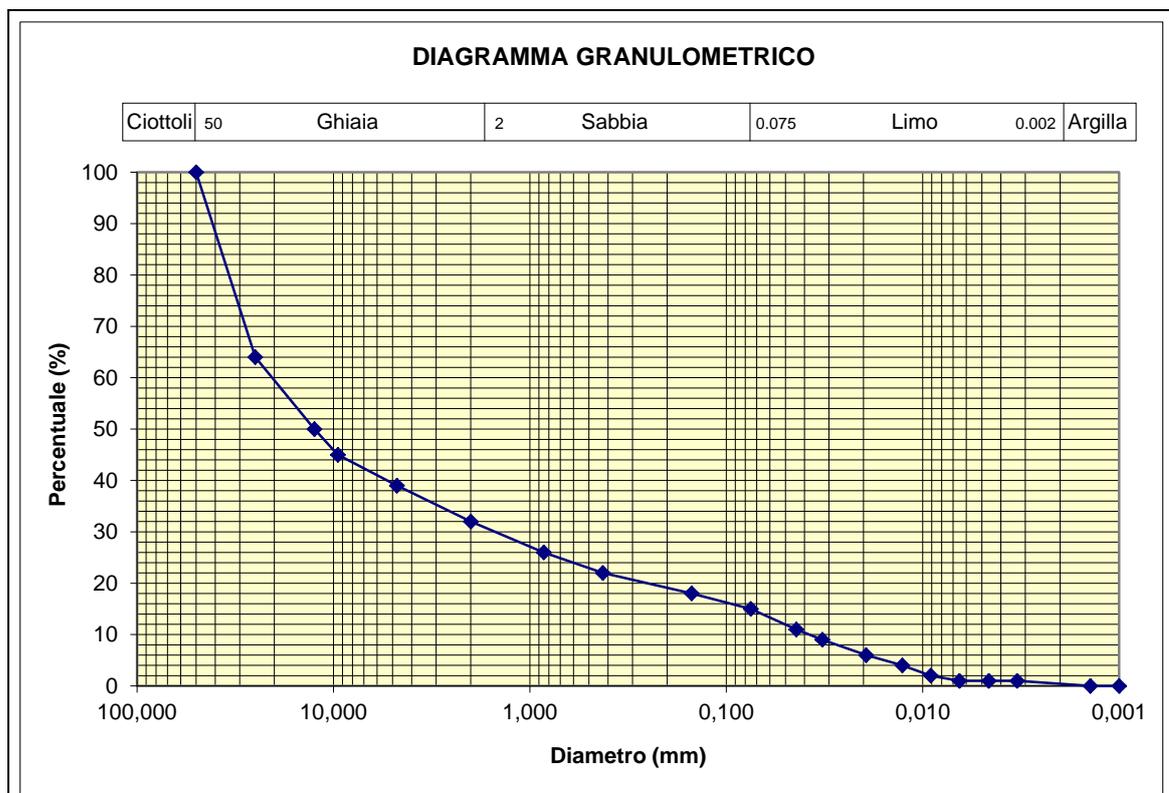
- **analisi granulometrica a umido per setacciatura** eseguita secondo la norma ASTM D422-63(90) sulla frazione trattenuta al setaccio ASTM n.200;
- **analisi granulometrica per sedimentazione** eseguita secondo la norma ASTM D422-63(90) sulla frazione passante al setaccio ASTM n.200;
- **determinazione dei limiti di Atterberg** secondo la norma ASTM D4318-84 sulla frazione passante al setaccio ASTM n.40.

Inoltre si è proceduto alla classificazione del terreno attraverso i criteri AGI-UNI e secondo la USCS (Unified Soil Classification System).

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE

CAMPIONE: S1A1  
PROFONDITA': 2,5-3,0 m

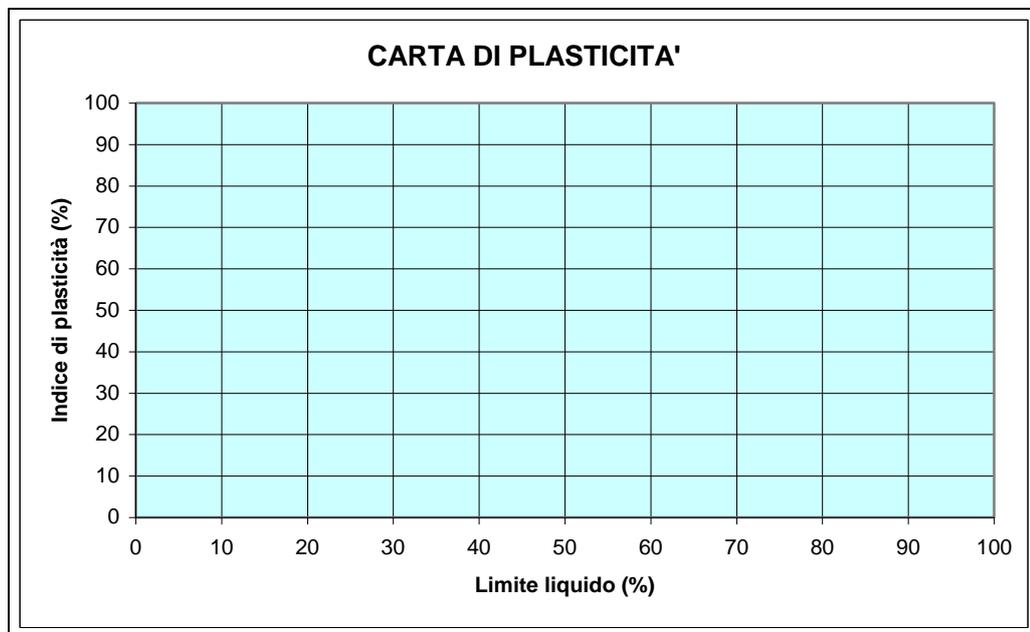
Diametro setaccio (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Peso (%)
50,000	100	0,0440	11
25,000	64	0,0324	9
12,500	50	0,0194	6
9,500	45	0,0127	4
4,750	39	0,0091	2
2,000	32	0,0065	1
0,850	26	0,0046	1
0,425	22	0,0033	1
0,150	18	0,0014	0
0,075	15	0,0010	0



## PARAMETRI FISICI DEL TERRENO

CAMPIONE: S1A1  
PROFONDITA': 2,5-3,0 m

Parametro	Valore	Parametro	Valore
Limite liquido (%)	Terreno non platico	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	
Limite plastico (%)		Peso di volume secco (t/m <sup>3</sup> )	
Indice di plasticità (%)		Peso specifico dei grani (t/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale (%)		Indice dei vuoti (-)	
Indice di consistenza (-)		Grado di saturazione (%)	



## CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

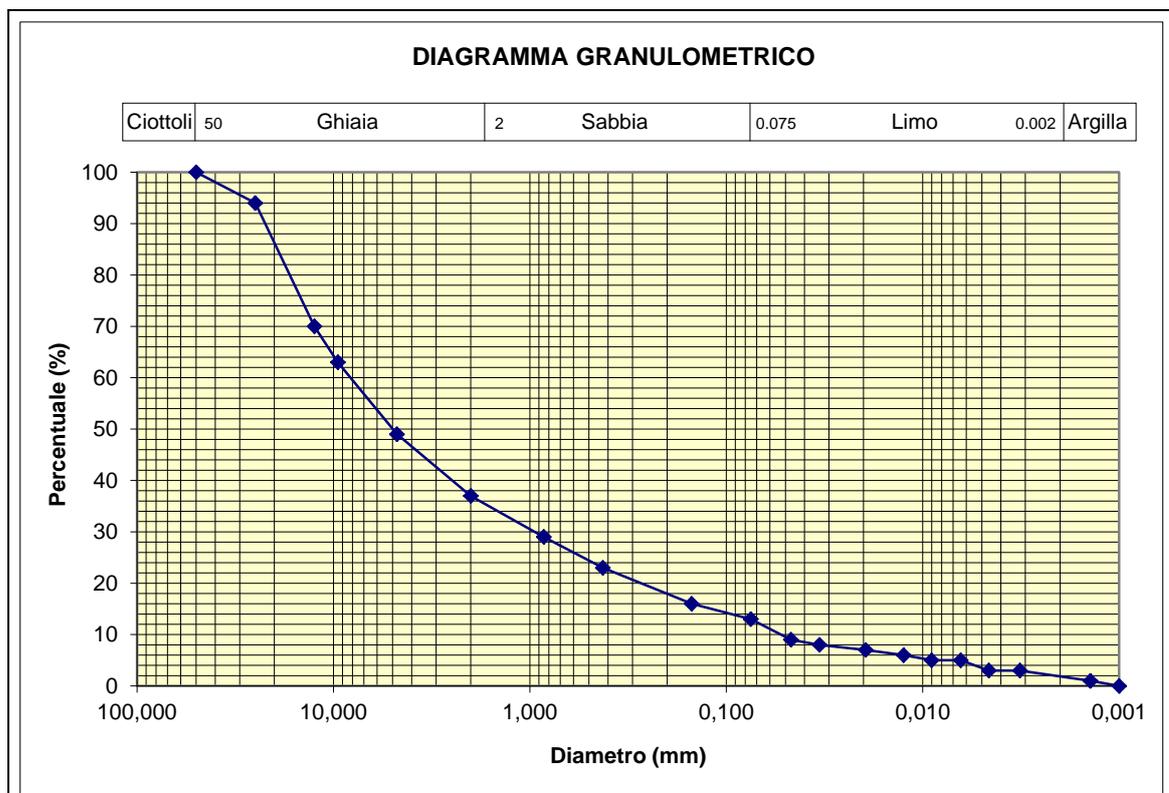
Ghiaia (%) = 68  
Sabbia (%) = 17  
Limo (%) = 15  
Argilla (%) = 0

Descrizione UNI = Ghiaia sabbiosa limosa  
Classificazione USCS = GM

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE

CAMPIONE: S1A2  
PROFONDITA': 7,5-8,0 m

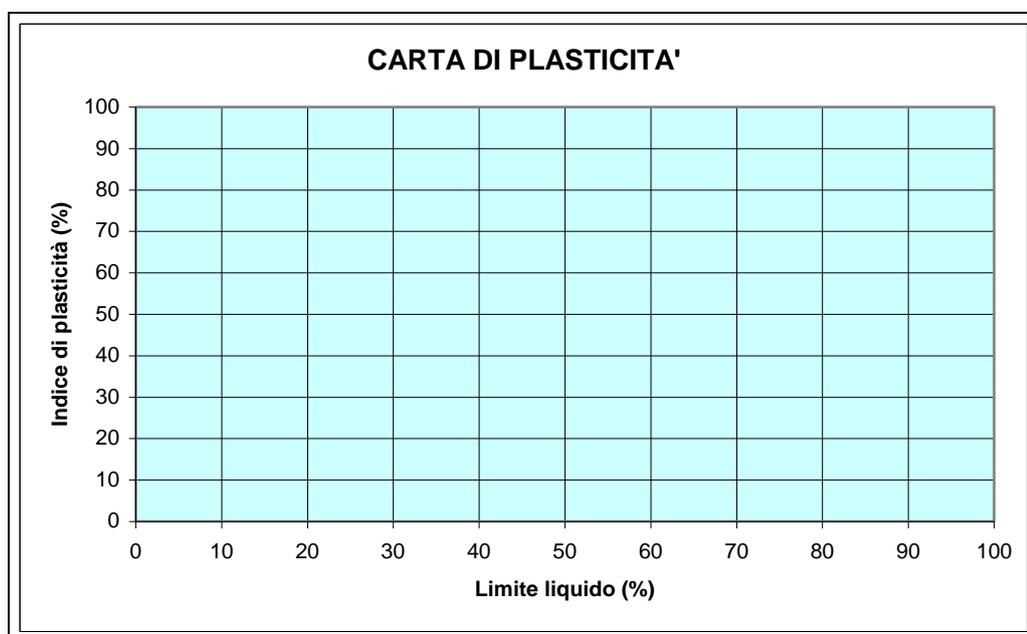
Diametro setaccio (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Peso (%)
50,000	100	0,0468	9
25,000	94	0,0335	8
12,500	70	0,0196	7
9,500	63	0,0125	6
4,750	49	0,0090	5
2,000	37	0,0064	5
0,850	29	0,0046	3
0,425	23	0,0032	3
0,150	16	0,0014	1
0,075	13	0,0010	0



## PARAMETRI FISICI DEL TERRENO

CAMPIONE: S1A2  
PROFONDITA': 7,5-8,0 m

Parametro	Valore	Parametro	Valore
Limite liquido (%)	Terreno non platico	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	
Limite plastico (%)		Peso di volume secco (t/m <sup>3</sup> )	
Indice di plasticità (%)		Peso specifico dei grani (t/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale (%)		Indice dei vuoti (-)	
Indice di consistenza (-)		Grado di saturazione (%)	



## CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

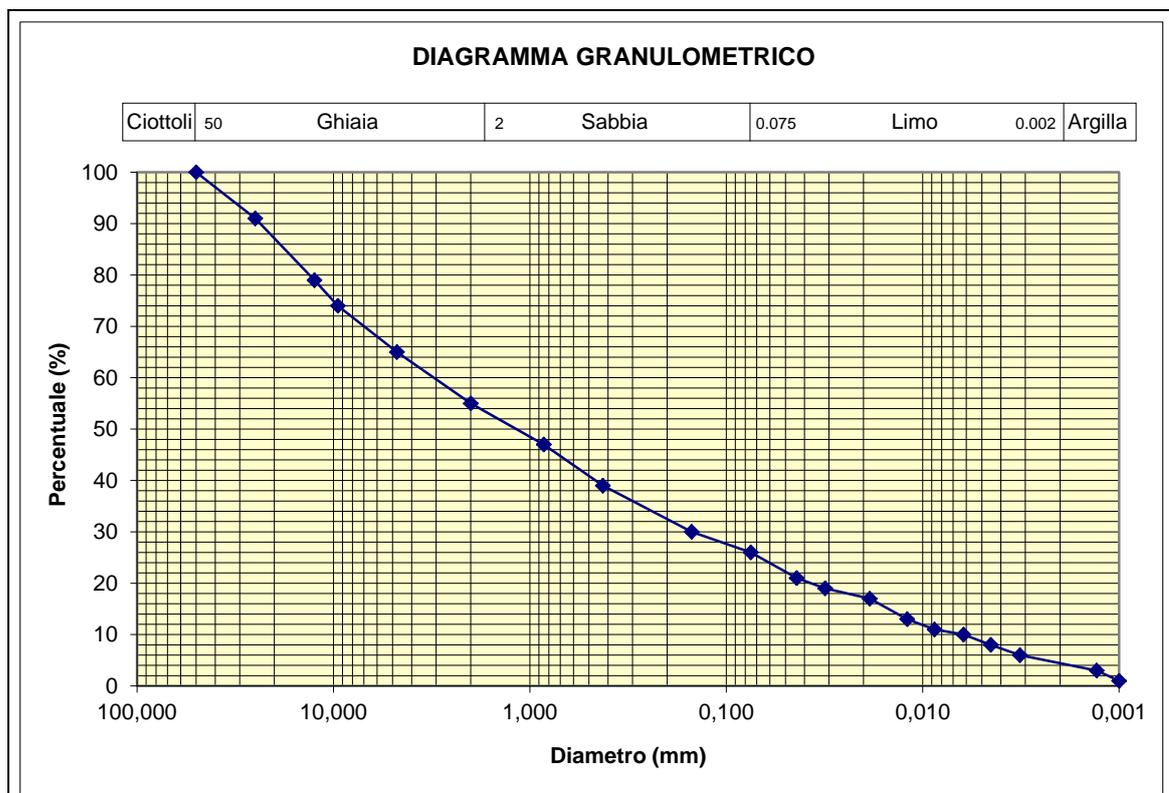
Ghiaia (%) = 63  
Sabbia (%) = 24  
Limo (%) = 11  
Argilla (%) = 2

Descrizione UNI = Ghiaia sabbiosa limosa  
Classificazione USCS = GM

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE

CAMPIONE: S4A1  
PROFONDITA': 8,0-8,5 m

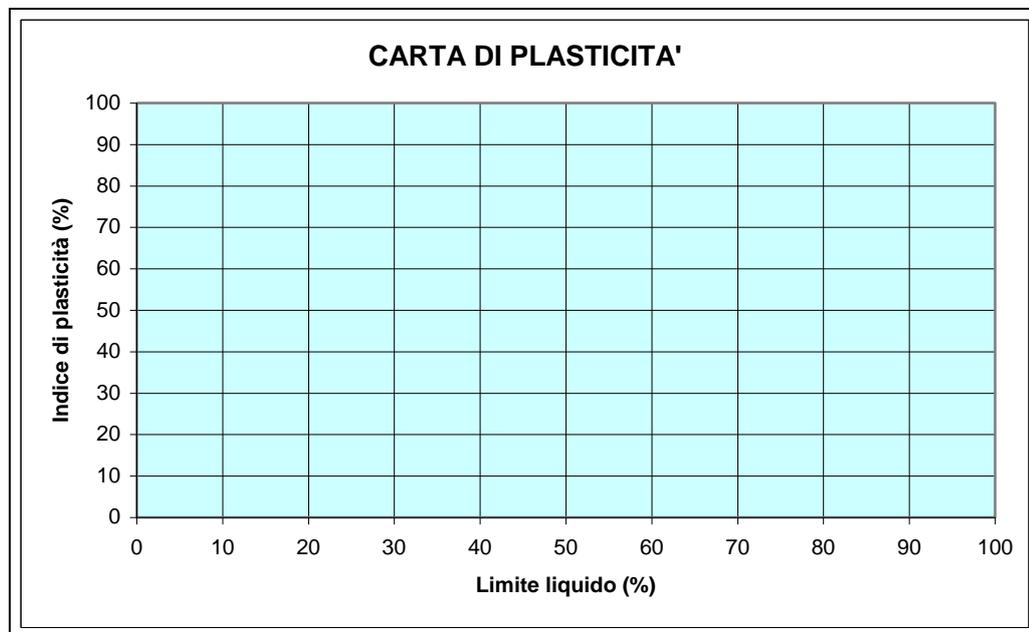
Diametro setaccio (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Peso (%)
50,000	100	0,0438	21
25,000	91	0,0314	19
12,500	79	0,0186	17
9,500	74	0,0120	13
4,750	65	0,0087	11
2,000	55	0,0062	10
0,850	47	0,0045	8
0,425	39	0,0032	6
0,150	30	0,0013	3
0,075	26	0,0010	1



## PARAMETRI FISICI DEL TERRENO

CAMPIONE: S4A1  
PROFONDITA': 8,0-8,5 m

Parametro	Valore	Parametro	Valore
Limite liquido (%)	Terreno non plastico	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	
Limite plastico (%)		Peso di volume secco (t/m <sup>3</sup> )	
Indice di plasticità (%)		Peso specifico dei grani (t/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale (%)		Indice dei vuoti (-)	
Indice di consistenza (-)		Grado di saturazione (%)	



## CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

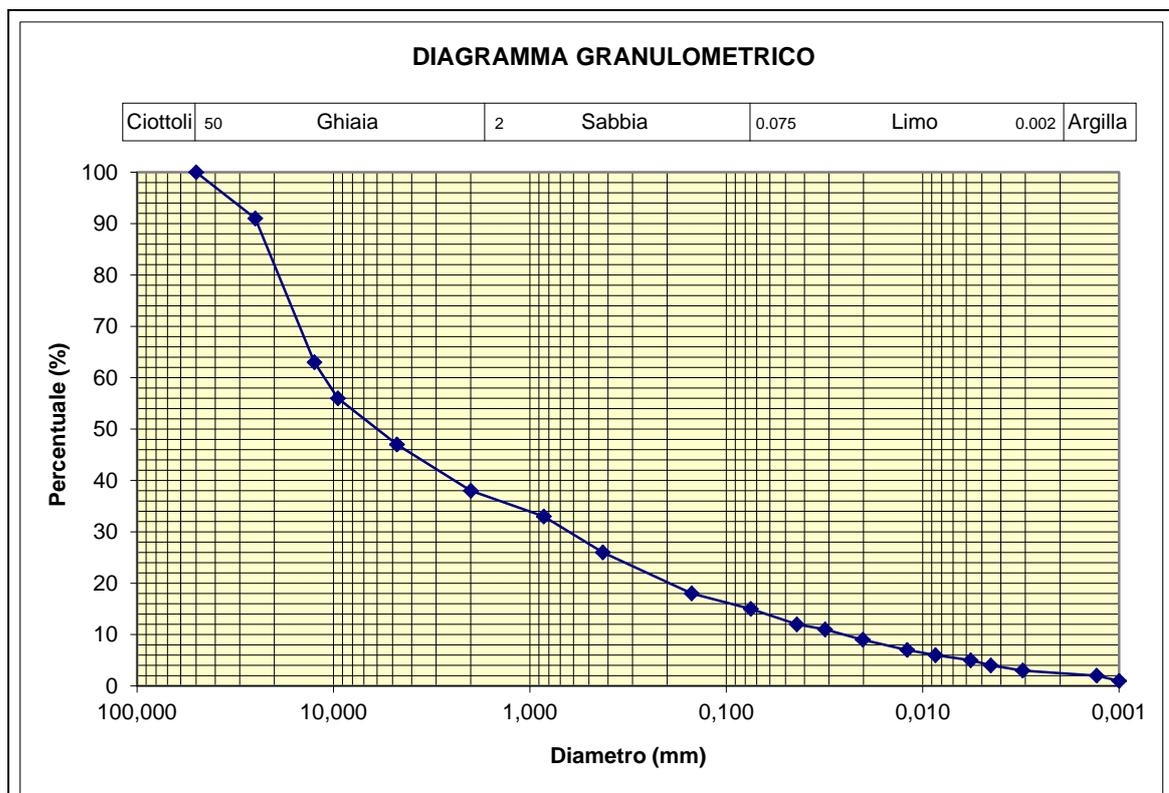
Ghiaia (%) = 45  
Sabbia (%) = 29  
Limo (%) = 22  
Argilla (%) = 4

Descrizione UNI = Ghiaia con sabbia limosa  
Classificazione USCS = SM

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE

CAMPIONE: S4A2  
PROFONDITA': 12,5-13,0 m

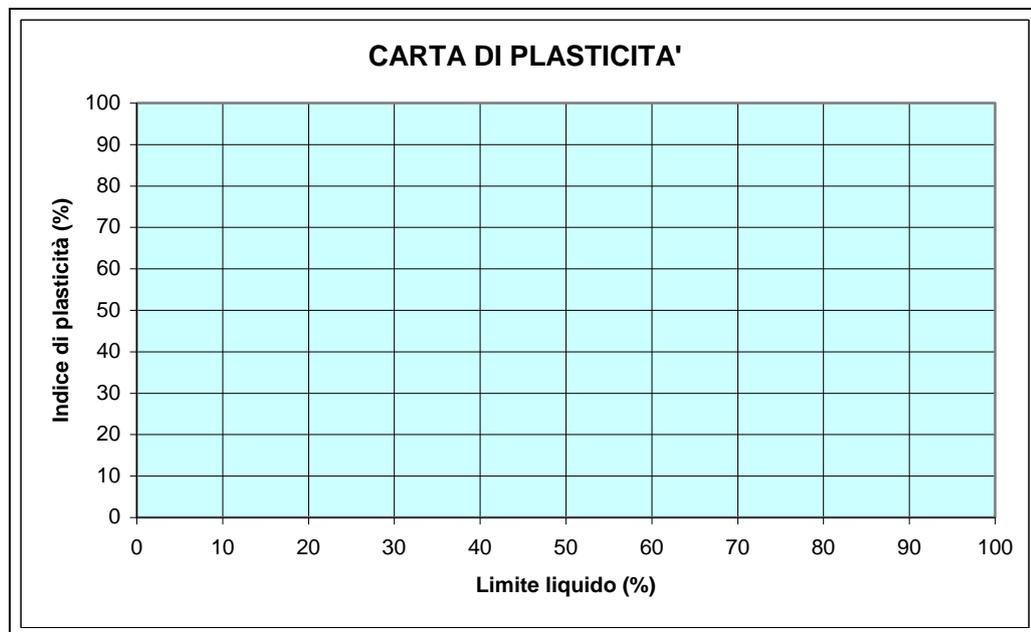
Diametro setaccio (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Peso (%)
50,000	100	0,0437	12
25,000	91	0,0314	11
12,500	63	0,0202	9
9,500	56	0,0120	7
4,750	47	0,0086	6
2,000	38	0,0057	5
0,850	33	0,0045	4
0,425	26	0,0031	3
0,150	18	0,0013	2
0,075	15	0,0010	1



## PARAMETRI FISICI DEL TERRENO

CAMPIONE: S4A2  
PROFONDITA': 12,5-13,0 m

Parametro	Valore	Parametro	Valore
Limite liquido (%)	Terreno non platico	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	
Limite plastico (%)		Peso di volume secco (t/m <sup>3</sup> )	
Indice di plasticità (%)		Peso specifico dei grani (t/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale (%)		Indice dei vuoti (-)	
Indice di consistenza (-)		Grado di saturazione (%)	



## CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

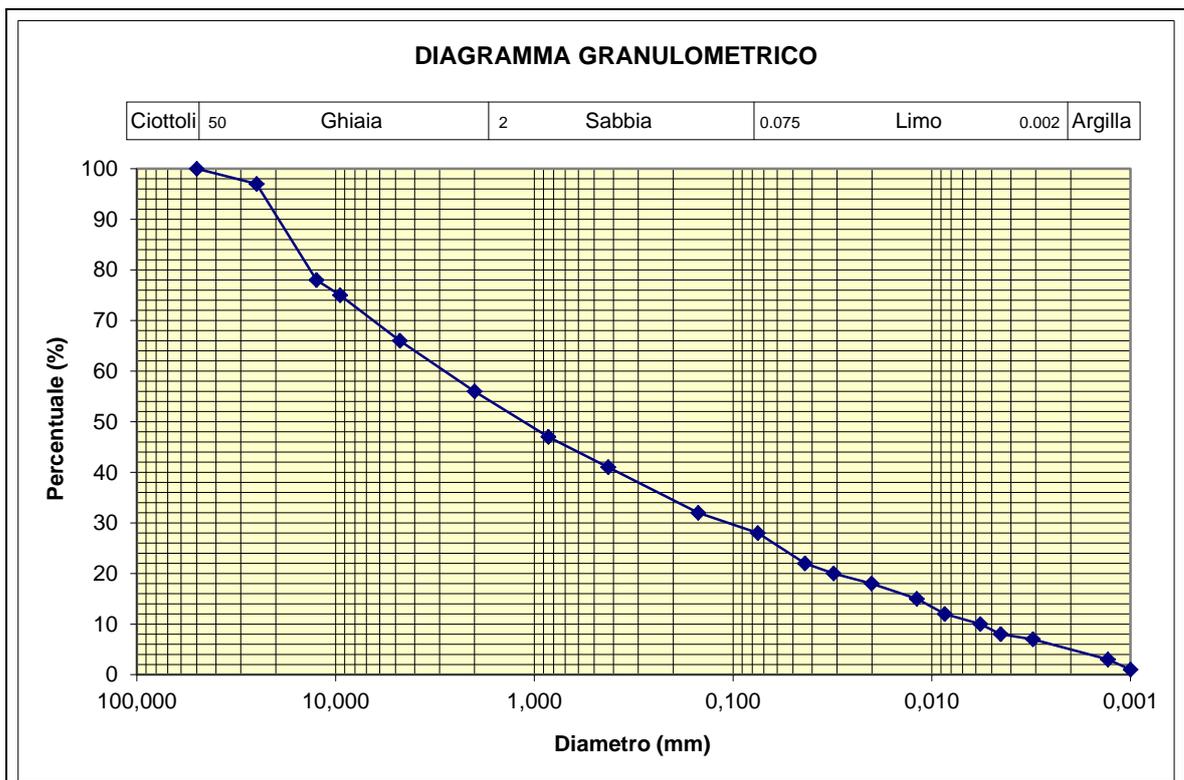
Ghiaia (%) = 62  
Sabbia (%) = 23  
Limo (%) = 13  
Argilla (%) = 2

Descrizione UNI = Ghiaia sabbiosa limosa  
Classificazione USCS = GM

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE

CAMPIONE: S5A1  
PROFONDITA': 11,5-12,0 m

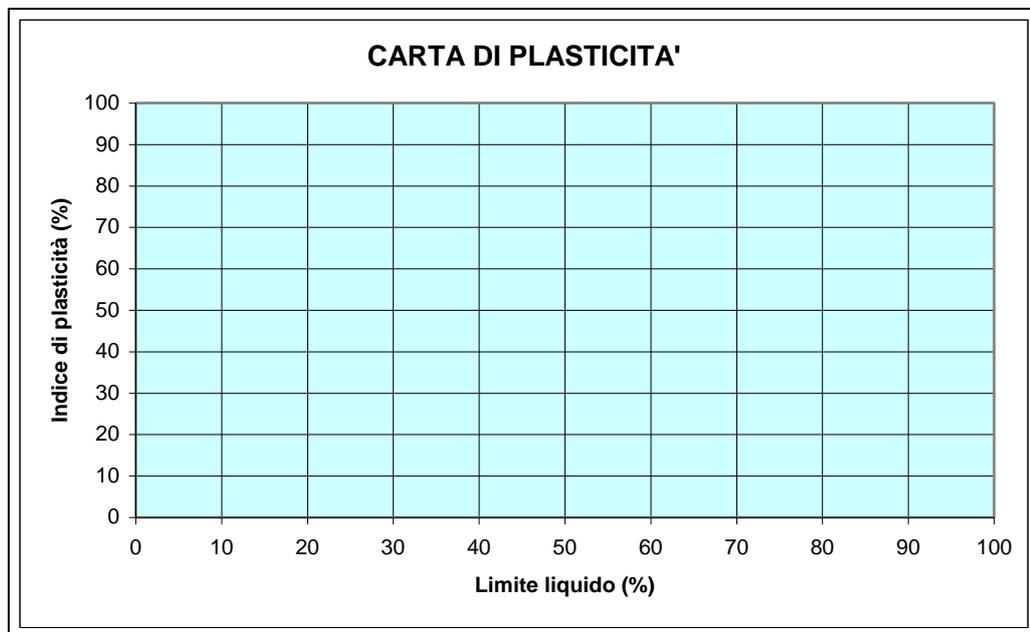
Diametro setaccio (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Peso (%)
50,000	100	0,0435	22
25,000	97	0,0312	20
12,500	78	0,0201	18
9,500	75	0,0119	15
4,750	66	0,0086	12
2,000	56	0,0057	10
0,850	47	0,0045	8
0,425	41	0,0031	7
0,150	32	0,0013	3
0,075	28	0,0010	1



## PARAMETRI FISICI DEL TERRENO

CAMPIONE: S5A1  
PROFONDITA': 11,5-12,0 m

Parametro	Valore	Parametro	Valore
Limite liquido (%)	Terreno non platico	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	
Limite plastico (%)		Peso di volume secco (t/m <sup>3</sup> )	
Indice di plasticità (%)		Peso specifico dei grani (t/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale (%)		Indice dei vuoti (-)	
Indice di consistenza (-)		Grado di saturazione (%)	



## CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

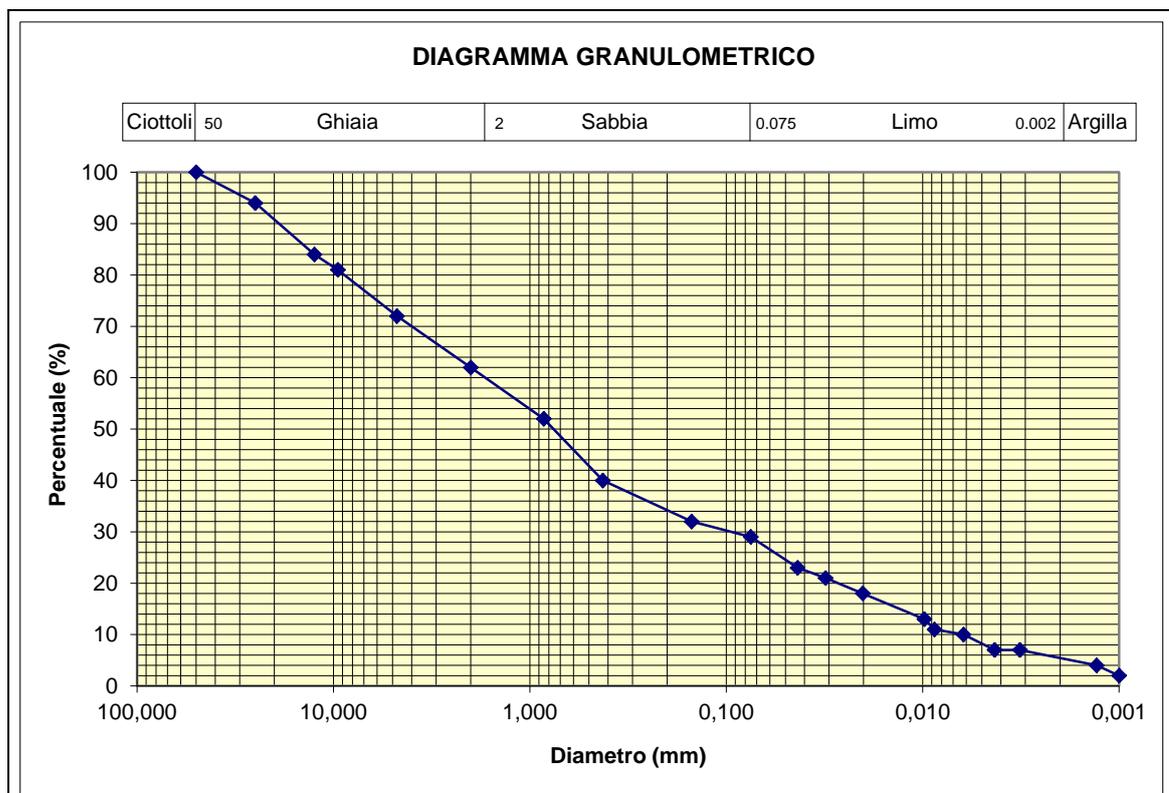
Ghiaia (%) = 44  
Sabbia (%) = 28  
Limo (%) = 24  
Argilla (%) = 4

Descrizione UNI = Ghiaia con sabbia limosa  
Classificazione USCS = SM

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE

CAMPIONE: S5A2  
PROFONDITA': 18,5-19,0 m

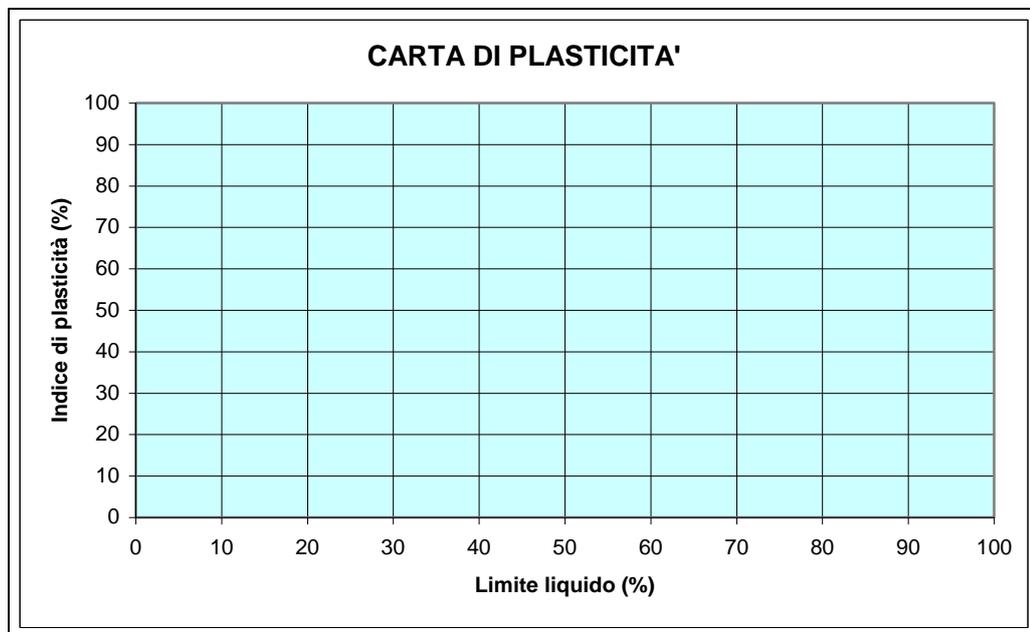
Diametro setaccio (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Peso (%)
50,000	100	0,0433	23
25,000	94	0,0312	21
12,500	84	0,0202	18
9,500	81	0,0098	13
4,750	72	0,0087	11
2,000	62	0,0062	10
0,850	52	0,0043	7
0,425	40	0,0032	7
0,150	32	0,0013	4
0,075	29	0,0010	2



## PARAMETRI FISICI DEL TERRENO

CAMPIONE: S5A2  
PROFONDITA': 18,5-19,0 m

Parametro	Valore	Parametro	Valore
Limite liquido (%)	Terreno non platico	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	
Limite plastico (%)		Peso di volume secco (t/m <sup>3</sup> )	
Indice di plasticità (%)		Peso specifico dei grani (t/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale (%)		Indice dei vuoti (-)	
Indice di consistenza (-)		Grado di saturazione (%)	



## CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

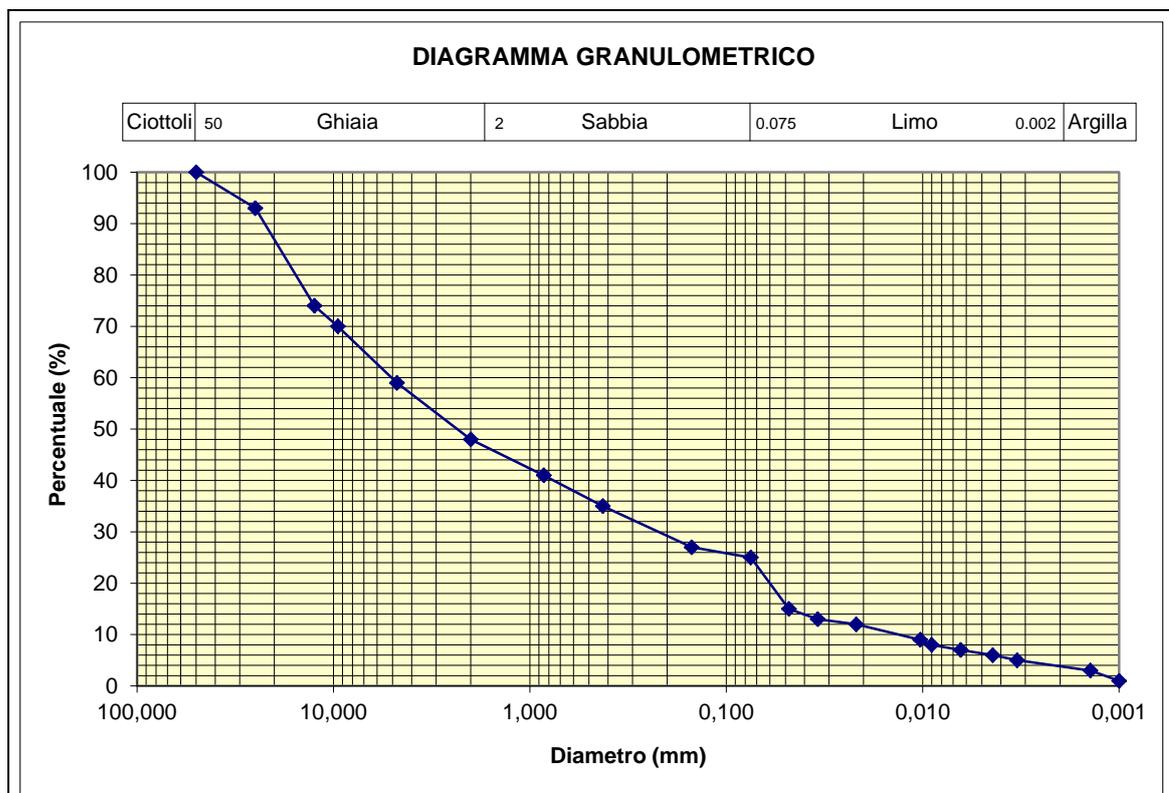
Ghiaia (%) = 38  
Sabbia (%) = 33  
Limo (%) = 23  
Argilla (%) = 6

Descrizione UNI = Ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa  
Classificazione USCS = SM

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE

CAMPIONE: S7A1  
PROFONDITA': 5,0-5,5 m

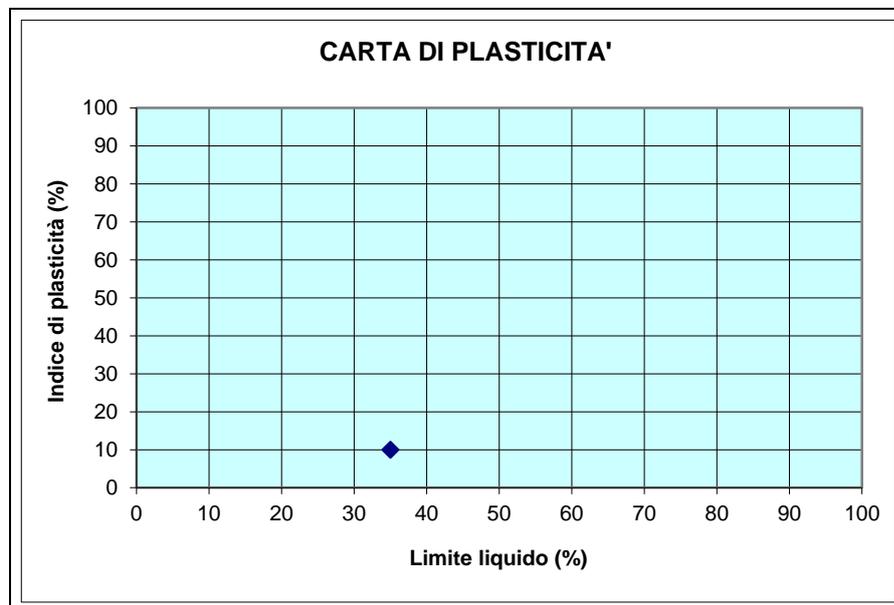
Diametro setaccio (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Peso (%)
50,000	100	0,0480	15
25,000	93	0,0342	13
12,500	74	0,0218	12
9,500	70	0,0103	9
4,750	59	0,0090	8
2,000	48	0,0064	7
0,850	41	0,0044	6
0,425	35	0,0033	5
0,150	27	0,0014	3
0,075	25	0,0010	1



## PARAMETRI FISICI DEL TERRENO

CAMPIONE: S7A1  
PROFONDITA': 5,0-5,5 m

Parametro	Valore	Parametro	Valore
Limite liquido (%)	35	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	
Limite plastico (%)	25	Peso di volume secco (t/m <sup>3</sup> )	
Indice di plasticità (%)	10	Peso specifico dei grani (t/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale (%)		Indice dei vuoti (-)	
Indice di consistenza (-)		Grado di saturazione (%)	



## CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Ghiaia (%) = 52  
Sabbia (%) = 23  
Limo (%) = 21  
Argilla (%) = 4

Descrizione UNI = Ghiaia sabbiosa limosa  
Classificazione USCS = GC

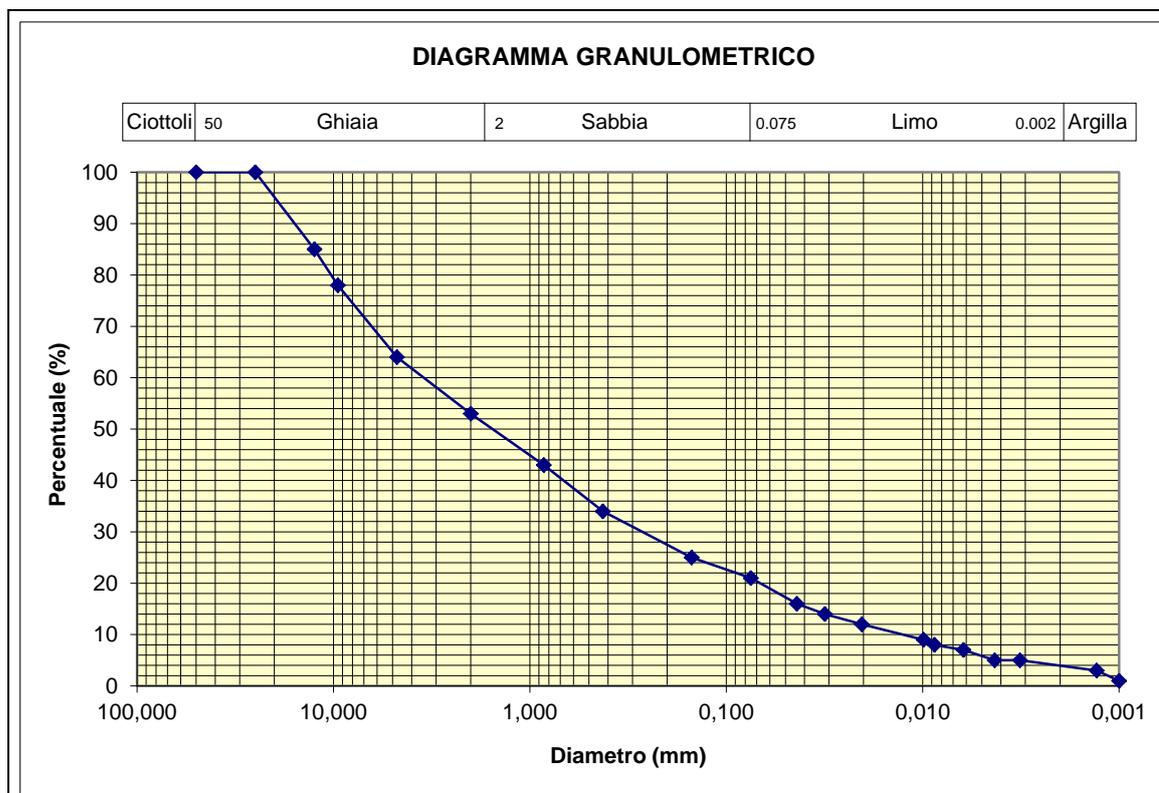


## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE

CAMPIONE: S7A2  
PROFONDITA': 16,5-17,0 m

Diametro setaccio (mm)	Passante (%)
50,000	100
25,000	100
12,500	85
9,500	78
4,750	64
2,000	53
0,850	43
0,425	34
0,150	25
0,075	21

Diametro (mm)	Peso (%)
0,0437	16
0,0315	14
0,0204	12
0,0099	9
0,0087	8
0,0062	7
0,0043	5
0,0032	5
0,0013	3
0,0010	1

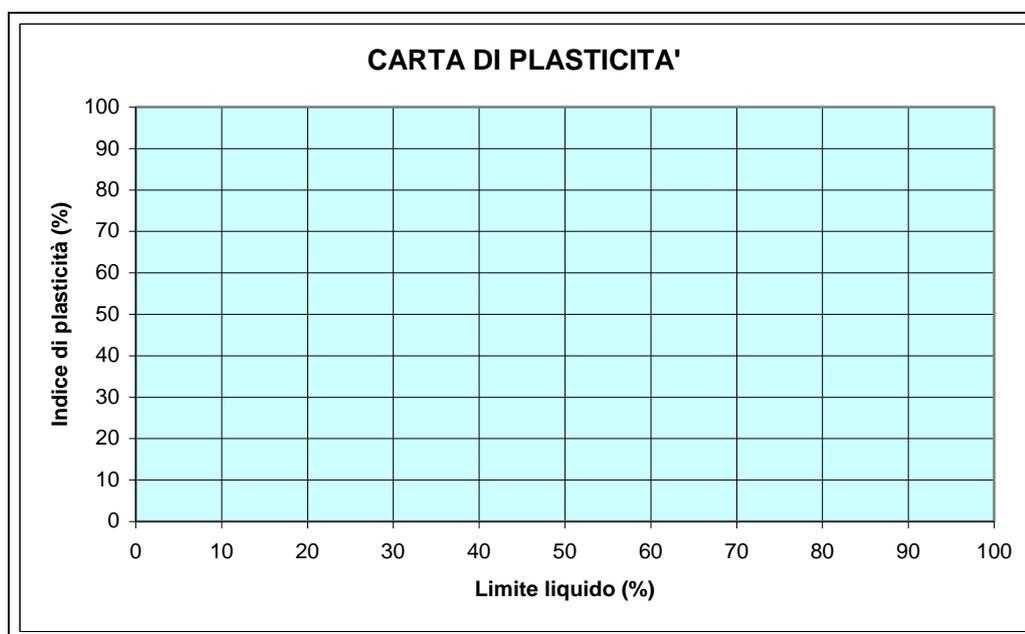


## PARAMETRI FISICI DEL TERRENO

CAMPIONE: S7A2

PROFONDITA': 16,5-17,0 m

Parametro	Valore	Parametro	Valore
Limite liquido (%)	Terreno non platico	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	
Limite plastico (%)		Peso di volume secco (t/m <sup>3</sup> )	
Indice di plasticità (%)		Peso specifico dei grani (t/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale (%)		Indice dei vuoti (-)	
Indice di consistenza (-)		Grado di saturazione (%)	



## CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Ghiaia (%) = 47

Sabbia (%) = 32

Limo (%) = 17

Argilla (%) = 4

Descrizione UNI = Ghiaia con sabbia limosa

Classificazione USCS = SM



## **SOMMARIO**

Il presente documento descrive i risultati delle misure geofisiche di tipo Masw e Remi eseguite in corrispondenza di due linee sismiche, nella località Zingonia del comune di Ciserano (BG). Scopo dei rilievi caratterizzare la zona d'indagine da un punto di vista sismico, stimando, secondo quanto stabilito dalla normativa nazionale (NTC08) e regionale (D.G.R. 8/1566 ), l'andamento della velocità delle onde di taglio con la profondità e, conseguentemente, calcolare la velocità media  $V_s$  che caratterizza i terreni a partire dalla superficie sino alla profondità di 30m ( $V_{s30}$ ).

Le indagini in sito sono state effettuate nel giorno 01 luglio 2013.

Il presente rapporto illustra una sintesi descrittiva dei metodi utilizzati per le indagini, delle modalità operative e dei risultati ottenuti.

## **INDICE**

<b>1.</b>	<b>RILIEVI SISMICI DI SITO .....</b>	<b>3</b>
1.1.	Indagini Masw – Remi.....	3
1.1.1.	Premessa e quadro normativo.....	3
1.1.2.	Introduzione alla teoria dell’analisi delle onde superficiali.....	4
1.1.3.	Metodi passivi: Microtremori.....	4
1.1.4.	Metodi attivi: MASW.....	6
<b>2.</b>	<b>MODALITÀ ESECUTIVE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>ELABORAZIONE .....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>12</b>
	<b>INDICE ALLEGATO.....</b>	<b>14</b>
	<b>ALLEGATO .....</b>	<b>15</b>

## 1. RILIEVI SISMICI DI SITO

### 1.1. Indagini Masw – Remi

#### 1.1.1. Premessa e quadro normativo

La normativa nazionale (NTC08) introduce una classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto. Tale classificazione distingue tra 5 categorie principali (dalla A alla E) alle quali sono aggiunte altre 2 (S1 ed S2) per le quali è richiesta l'effettuazione di studi di dettaglio per la valutazione, in fase di progettazione esecutiva, dell'azione sismica da considerare.

Tale classificazione si basa principalmente sulla conoscenza del valore del parametro  $V_{S30}$  che rappresenta il valore medio della velocità di propagazione delle onde di taglio (S) entro i primi 30 metri di profondità.

Il valore di  $V_{S30}$  viene calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{(i=1,N)} h_i/V_i}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ , per deformazioni piccole e nel campo delle deformazioni elastiche) dello strato  $i$ -esimo per un totale degli  $N$  strati riconosciuti nei primi 30 metri di sottosuolo a partire dalla superficie.

La determinazione del valore delle onde di taglio negli strati superficiali, assieme ad una dettagliata ricostruzione stratigrafica del sottosuolo, è ritenuta fondamentale per valutare sia gli effetti legati allo scuotimento indotto dal sisma sul terreno (fenomeni di liquefazione, fenomeni di dilatanza o di addensamento, instabilità di versanti, collasso di cavità sotterranee) che la conseguente risposta del sottosuolo (fenomeni di amplificazione sismica legati sia ad effetti morfologici che litologici, presenza di faglie attive).

In seguito ai fenomeni di rifrazione/diffrazione che si verificano in corrispondenza di ogni contrasto d'impedenza lungo la direzione di propagazione dei fronti d'onda (a partire dalla sorgente sismica), le onde di taglio che raggiungono la superficie topografica, risultano pressochè verticali determinando così in tale punto spostamenti orizzontali rilevanti ai fini della stabilità delle costruzioni

Nel panorama legislativo si ricorda inoltre la normativa regionale lombarda, la D.G.R. 8/1566 del 22 dicembre 2005. In tale normativa, una tra le prime del genere nel panorama nazionale, viene stabilita la metodologia per la definizione della componente sismica a livello comunale da attuare in fase di pianificazione territoriale.

Le tecniche per la determinazione della velocità delle onde sismiche di taglio sono diverse, si distinguono principalmente tra tecniche di tipo diretto/indiretto e tra tecniche di tipo attivo/passivo.

Nessuna tecnica è in grado di garantire la completa affidabilità nella determinazione dei parametri dei terreni presenti nel sottosuolo, occorre pertanto appoggiarsi ad informazioni di tipo stratigrafico per poter interpretare correttamente le informazioni deducibili dall'interpretazione dei dati delle campagne d'indagine.

### **1.1.2. Introduzione alla teoria dell'analisi delle onde superficiali**

I metodi di misura delle onde di superficie (onde di Rayleigh) si basano sull'analisi del fenomeno della dispersione delle stesse nei primi strati di terreno.

Le onde superficiali (Rayleigh e Love) si propagano solamente se c'è una superficie libera e risultano rispettivamente composte da onde di compressione e onde di taglio. Esse possiedono un fronte d'onda che cresce linearmente con la distanza percorsa ( $r$ ) e si attenuano in minor misura rispetto a quelle di volume (il loro fronte d'onda cresce con  $r^2$ ) ciò consente di investigare facilmente il sottosuolo. La profondità massima d'indagine è uguale a circa  $1/3$  della lunghezza d'onda: per questo motivo vengono usati geofoni con bassa frequenza di funzionamento, ovvero per rilevare lunghezze d'onda lunghe che consentano di approfondire l'indagine; allo stesso tempo vengono effettuate registrazioni di lunga durata per poter migliorare la risoluzione dei risultati.

I diversi metodi si dividono in base al tipo di sorgente utilizzata: nel caso di registrazione di rumore "naturale" si parla di metodo dei Microtremori (o REMI), il caso di sorgente "attiva" è invece definito metodo MASW (Multi Channel Analysis Surface Waves). Quest'ultimo rappresenta l'evoluzione del metodo SASW, dal quale differisce per l'uso di un dispositivo di acquisizione multicanale rispetto al singolo canale, aspetto che comporta un netto miglioramento in termini di precisione e affidabilità dei risultati.

I due metodi MASW e REMI, se applicati congiuntamente, incrementano l'affidabilità del modello geofisico interpretativo finale del sottosuolo.

### **1.1.3. Metodi passivi: Microtremori**

La tecnica di Refraction Microtremor (ReMi) è una metodologia di tipo indiretto e passivo e consente di determinare la velocità delle onde di taglio attraverso la registrazione degli arrivi delle onde superficiali su stendimenti di tipo lineare e ipotizzando che non vi sia un'orientazione preferenziale di provenienza del rumore. A differenza della classica sismica a rifrazione la tecnica dei microtremori non necessita di andamenti crescenti della velocità delle onde sismiche con la profondità o di forti contrasti di propagazione dei vari strati incontrati per discernerne i diversi limiti, ma può individuare anche incrementi graduali di velocità e fenomeni di inversione.

Le tecniche di tipo passivo sono in grado di operare anche in contesti urbani rumorosi e ristretti, inoltre non necessitano di energizzazioni del terreno ma si basano più semplicemente sul

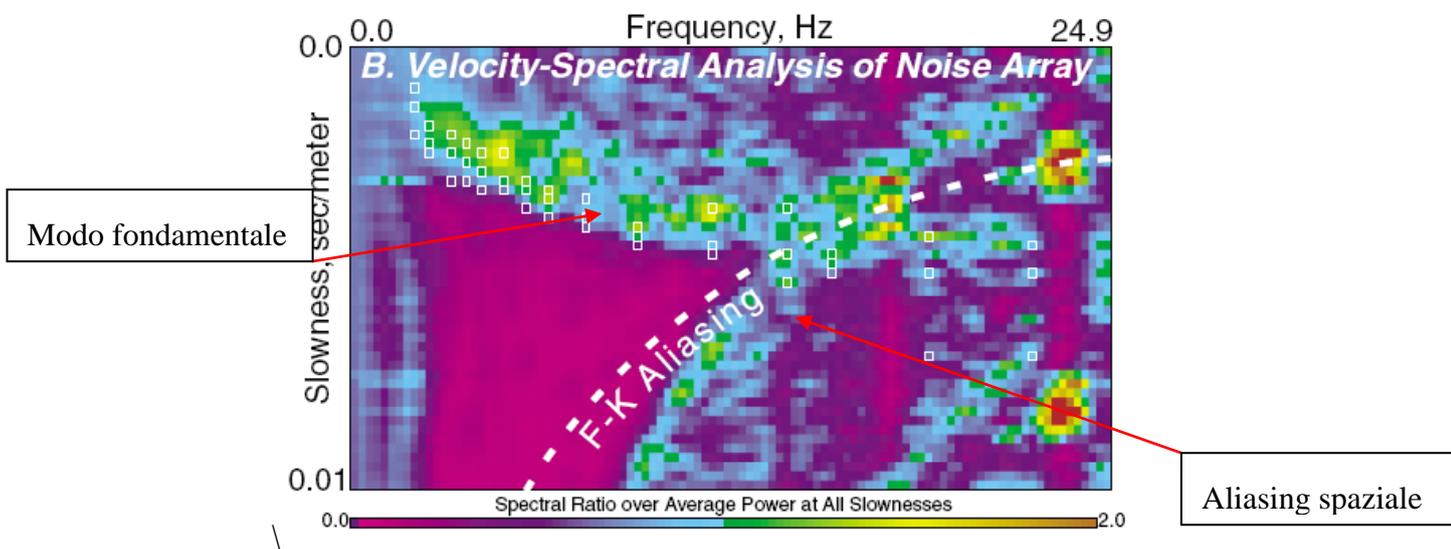
principio di effettuare una registrazione prolungata di treni d'onda superficiali in arrivo prodotti da sorgenti naturali o antropiche non controllate.

Vista la più ridotta attenuazione che caratterizza le onde superficiali rispetto a quelle di volume durante la propagazione nel sottosuolo, con questa tecnica si può raggiungere profondità d'indagine sino al centinaio di metri impiegando le normali attrezzature utilizzate per la sismica a rifrazione.

L'interpretazione dei segnali registrati lungo uno stendimento (x-t) avviene attraverso un processo di trasformazione che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica ed è in grado di generare uno spettro di velocità in un dominio di lentezza ( $p$ =slowness= $1/V_{fase}$ ) su frequenza.

Sul diagramma ( $p/f$ ) così prodotto è visibile la distribuzione della densità spettrale; al modo fondamentale di dispersione delle onde superficiali.

La dispersione è una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza. Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano più elevate velocità di fase. La fase di dispersione delle onde superficiali è riconoscibile ad una nuvola di energia di "normal modes" ben individuabile sul grafico; tale nuvola scende gradualmente dagli orizzonti più veloci caratterizzati da alte velocità di fase (bassa lentezza) e basse frequenze (alti periodi – onde più profonde), verso velocità di fase più basse (elevata lentezza) individuabili a più elevate frequenze (tipiche degli strati superficiali più lenti)

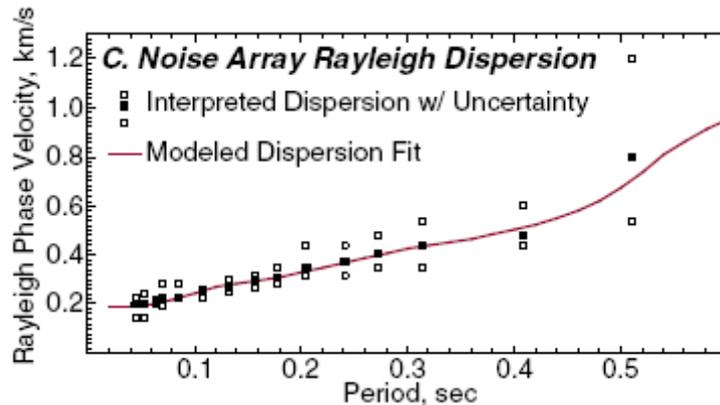


**Figura 1:** Esempio di diagramma spettrale p-f. (da Louie 2001)

Nell'immagine sopra appaiono evidenti i trend che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa, al centro dell'immagine è possibile riconoscere il modo fondamentale delle onde di Rayleigh che si distingue da altri arrivi riconducibili alle onde di

Rayleigh di ordine superiore o a onde di volume o a spostamenti d'aria o ancora a rumore incoerente.

Una volta individuato il modo fondamentale delle onde superficiali, l'operatore in base all'esperienza acquisita, traccia per punti (picking) la curva di dispersione sperimentale. L'allineamento di punti così individuato viene ridisegnato su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e delle relative curve di incertezza.



**Figura 2:** Esempio di diagramma v(fase)-t. (da Louie 2001)

Il passo successivo consente di ottenere dalla curva delle velocità delle onde di Rayleigh, periodo-V(fase), una curva dell'andamento delle Vs con la profondità ed associare alla curva sperimentale così determinata, un profilo stratigrafico. La curva di dispersione sperimentale viene quindi confrontata con curve di dispersione teoriche alle quali sono associati modelli fisici del sottosuolo sino ad ottenere interattivamente la convergenza tra modello teorico e sperimentale.

Il risultato è quello di ottenere per ogni stendimento sismico un profilo verticale del valore medio delle Vs relativo al volume di sottosuolo indagato. Più stendimenti allineati consentono la ricostruzione di una sezione 2D trasversale ad esempio ad una valle per verificare la variabilità laterale delle velocità delle Vs.

#### **1.1.4. Metodi attivi: MASW**

I metodi “attivi” consistono nel registrare le vibrazioni indotte artificialmente da una sorgente rappresentata da una massa battente o, nel caso si necessiti di forte energia, da un fucile sismico. L'energizzazione del terreno in superficie induce la propagazione di onde superficiali a partire dal punto di sollecitazione dinamica registrate poi dalla catena di geofoni (metodo MASW). Tale tecnica consente di dettagliare la risposta e le proprietà dinamiche soprattutto nei primi metri di terreno, perdendo capacità risolutiva col progredire della profondità.

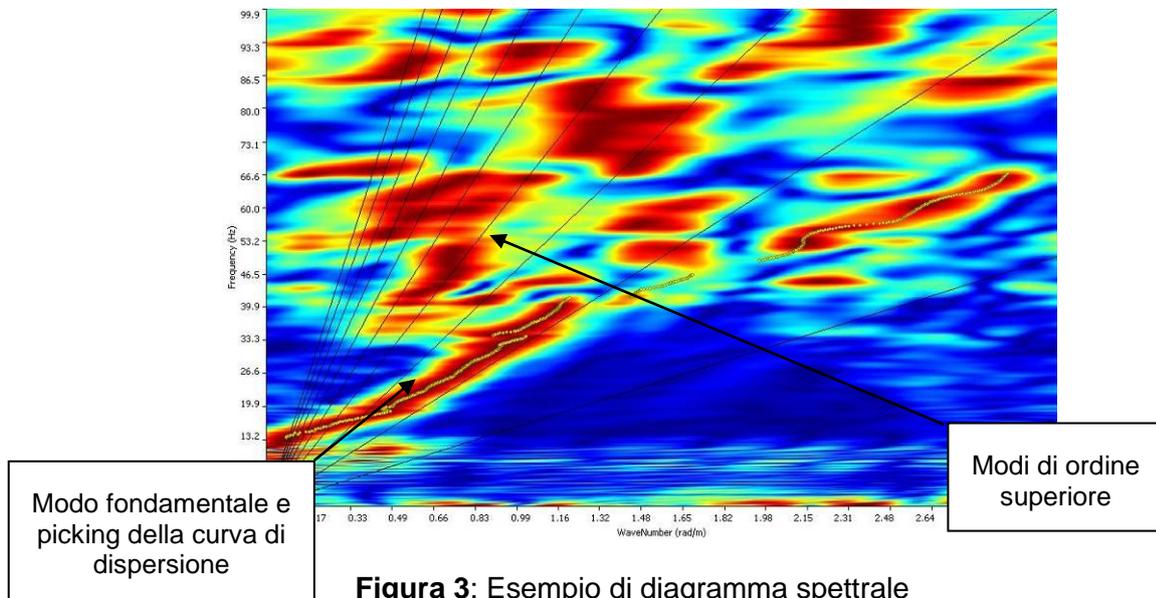
Le registrazioni in campo consentono di calcolare l'andamento delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza (V(fase)/frequenza), successivamente, attraverso un'elaborazione per fasi (processo di inversione della curva di dispersione) si ricava l'andamento

delle velocità delle onde di taglio con la profondità a partire dalla superficie (modello preliminare del sottosuolo).

Il modello d'interpretazione si basa sul presupposto teorico ideale della presenza nel sottosuolo di strati orizzontali sovrapposti di spessore costante. Il risultato alla quale si giunge rappresenta l'andamento medio del valore della velocità delle onde di taglio in corrispondenza della zona centrale della linea sismica.

L'elaborazione consiste nel ricavare, a partire dalle registrazioni in campo, l'andamento delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza e quindi il modello di velocità in funzione della profondità.

Nell'immagine che segue è riportato un esempio di diagramma velocità(di fase)/frequenza. In esso sono evidenti le direttrici di maggior potenza e con coerenza di fase: nell'immagine è possibile riconoscere il modo fondamentale delle onde di Rayleigh che si distingue da altri arrivi riconducibili alle onde di Rayleigh di ordine superiore o a onde di volume, o a spostamenti d'aria o ad altre forme di rumore incoerente.



Come per il metodo dei Microtremori una volta individuato il modo fondamentale delle onde superficiali si procede al picking della curva di dispersione sperimentale e quindi alla trasformazione dell'allineamento di punti individuato in forma di un diagramma periodo-velocità di fase. Il passo successivo consente di ottenere il profilo con l'andamento delle Vs con la profondità e di confrontare quindi la curva di dispersione sperimentale con la curva di dispersione costruita sul modello fisico del sottosuolo. La procedura viene ripetuta iterativamente sino ad ottenere la convergenza tra modello teorico e sperimentale.

Il modello teorico che si può ottenere non è univoco ed è quindi necessario confrontarlo e tararlo con le conoscenze geologiche del sito (ad esempio: sondaggi meccanici o prove penetrometriche, stratigrafie di pozzi, indagini a rifrazione) onde poter passare all'identificazione di un modello reale definitivo.

## 2. MODALITÀ ESECUTIVE

La registrazione delle onde di superficie viene effettuata con l'impiego di una classica apparecchiatura di acquisizione per sismica a rifrazione. E' necessario un sismografo ad elevata dinamica corredato da 24 geofoni a bassa frequenza (4.5 Hz). Nella fattispecie è stato utilizzato un sismografo GEODE (Geometrics) con risoluzione a 24 bit e 24 canali.



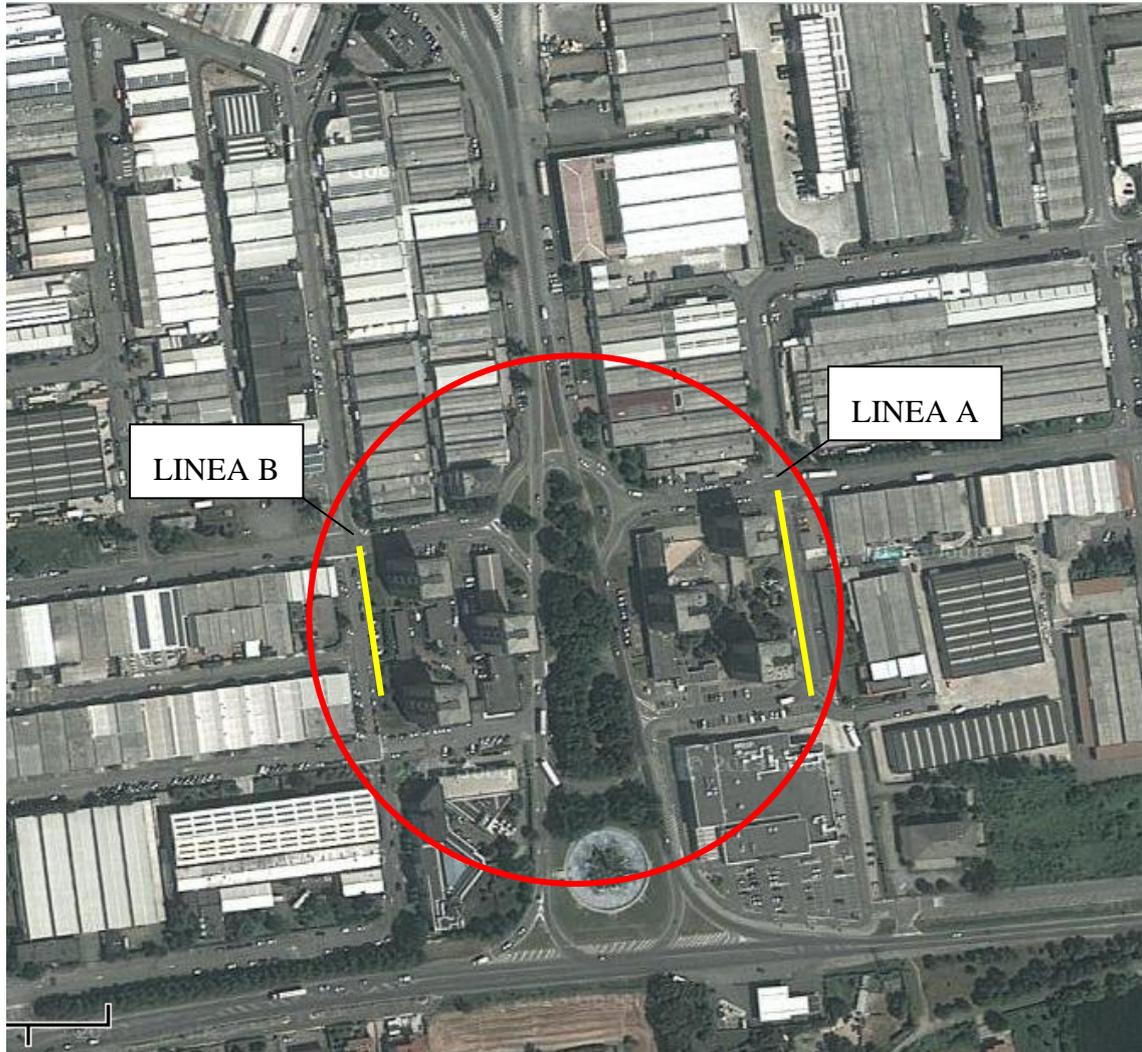
**Apparecchiatura di acquisizione (sismografo Geode).**

Le indagini sono state eseguite in corrispondenza di due linee sismiche con le seguenti caratteristiche:

<b>Linea</b>	<b>n° Geofoni</b>	<b>Spaziatura geofonica [m]</b>	<b>Lunghezza stendimento [m]</b>
Linea A	24	3	69
Linea B	24	2	46

**Caratteristiche di ciascuna linea sismica.**

Nella planimetria seguente viene mostrata l'ubicazione esatta di ciascuna linea sismica;



**Planimetria: ubicazione delle linee sismiche.**

-  Zona d'indagine
-  Linea sismica

In corrispondenza delle suddette linee sono state acquisite, per ogni stendimento, 20 registrazioni MASW da 3 secondi ciascuna, posizionando i punti di energizzazione alle estremità della linea con un offset variabile tra 5 e 10m. L'energizzazione è stata effettuata tramite una mazza strumentata corredata da una piastra in legno. Per le stesse linee sono state poi acquisite 20 registrazioni di microtremori (REMI) della durata di 30s.

Al termine delle misure si dispone per ciascuna linea di 20 registrazioni con sorgente attiva e 20 con sorgente passiva. Utilizzando un software dedicato (*SurfSeis 3*), i dati vengono elaborati congiuntamente in modo da avere una maggiore attendibilità e una più accurata risoluzione dei risultati.



**Linea sismica A.**



**Linea sismica B.**



***Geofono verticale da 4.5Hz (Mark) con piastra di supporto.***

### **3. ELABORAZIONE**

L'elaborazione di dati di onde superficiali consiste nel ricavare, a partire dalle registrazioni in campo, l'andamento delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza e quindi il modello di velocità in funzione della profondità.

Una volta ricavato lo spettro FK ed individuato il modo fondamentale di propagazione, si procede al picking della curva di dispersione sperimentale e quindi alla trasformazione dell'allineamento di punti individuato in forma di un diagramma periodo-velocità di fase.

Attraverso un processo d'inversione della curva di dispersione (sperimentale) si ottiene il profilo con l'andamento delle Vs con la profondità e conseguentemente, una nuova curva di dispersione (teorica) da confrontare con la curva di dispersione ricavata dalle registrazioni. La procedura viene successivamente ripetuta iterativamente sino ad ottenere la migliore convergenza possibile tra modello teorico/sperimentale e le condizioni stratigrafiche esistenti, ricavate da indagini pregresse o effettuate successivamente.

Si ricorda infatti che il modello teorico che si può ottenere non è univoco ed è quindi necessario confrontarlo e tararlo con le conoscenze geologiche del sito (ad esempio: sondaggi meccanici o prove penetrometriche, stratigrafie di pozzi, indagini a rifrazione) onde poter passare all'identificazione di un modello reale definitivo.

## 4. RISULTATI

I risultati della presente campagna di indagine sono riportati nell'allegato; vengono mostrati i risultati relativi alle diverse fasi dell'elaborazione dei dati raccolti, ossia, gli oscillogrammi Masw e Remi, lo spettro FK, le curve di dispersione sperimentale e teorica delle onde di Rayleigh e i modelli interpretativi (profilo di velocità delle onde di taglio) che ne derivano previa inversione dei dati.

L'indagine eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs negli strati di copertura e nei primi orizzonti sino ad una profondità di circa 47 e 38m dal piano campagna, rispettivamente per la linea A e B. La buona qualità dei segnali registrati, e la coerenza dei risultati tra le due diverse metodologie (Masw e Remi) attestano l'affidabilità dei risultati ottenuti.

Per quanto concerne la caratterizzazione sismica dei siti in esame, utilizzando il valore del parametro  $V_{S30}$  ottenuto dalla relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{(i=1,N)} h_i/V_i}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo per un totale degli  $N$  strati riconosciuti nei primi 30 metri di sottosuolo a partire dalla superficie, si ottiene, confrontandolo con i valori di riferimento riportati nella tabella seguente, che entrambi i siti in esame appartengono alla categoria di suolo **B** ( $360 < V_s < 800$ ) con un valore di  $V_{S,30}$  pari a **467m/s** (Linea A) e **437m/s** (Linea B); di seguito viene proposta una tabella riassuntiva con i valori ottenuti.

Tabella 4.6 Classificazione del sito in categorie di sottosuolo prevista dalle NTC08 e definizione dei coefficienti  $S_s$  e  $C_c$

Suolo	$V_{S,30}$ [m/s]	$N_{SPT,30}$ [colpi/25cm]	$c_{u,30}$ [kPa]	$S_s$	$C_c$
A	> 800	-	-	1	1
B	360-800	>50	>250	$1 \leq 1.4 - 0.4 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.2$	$1.1 \cdot (T_C^*)^{-0.2}$
C	180-360	15-50	70-250	$1 \leq 1.7 - 0.6 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.5$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	< 180	<15	<70	$0.9 \leq 2.4 - 1.5 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.8$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.5}$
E	< 20m di suolo classificabile come C o D su suolo di tipo A			$1 \leq 2 - 1.1 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.6$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.4}$

**Classificazione del sito mediante valore  $V_{S,30}$**

**Località Zingonia – Comune di Ciserano (BG)**  
**Committente: Dott. Alberto Manella – Studio di Geologia**  
**INDAGINI MASW-REMI**  
 -Rel. 63\_13-

<b>Località Zingonia – Comune di Ciserano: Linea sismica A</b>		
<b>Intervallo di profondità [m]</b>		<b>Velocità Vs [m/s]</b>
0	1.5	278
1.5	3.3	295
3.3	5.6	304
5.6	8.5	320
8.5	12.1	429
12.1	16.5	561
16.5	22.1	653
22.1	29.1	697
29.1	37.9	714
37.9	47.4	994
<b>Vs,30 =467 m/s</b>		

*Tabella riassuntiva con i valori di velocità Vs*

<b>Località Zingonia – Comune di Ciserano: Linea sismica B</b>		
<b>Intervallo di profondità [m]</b>		<b>Velocità Vs [m/s]</b>
0	1.2	227
1.2	2.7	246
2.7	6.8	289
6.8	9.7	330
9.7	13.3	481
13.3	17.8	579
17.8	23.4	614
23.4	31.6	655
31.6	38	1034
<b>Vs,30 =437 m/s</b>		

*Tabella riassuntiva con i valori di velocità Vs*

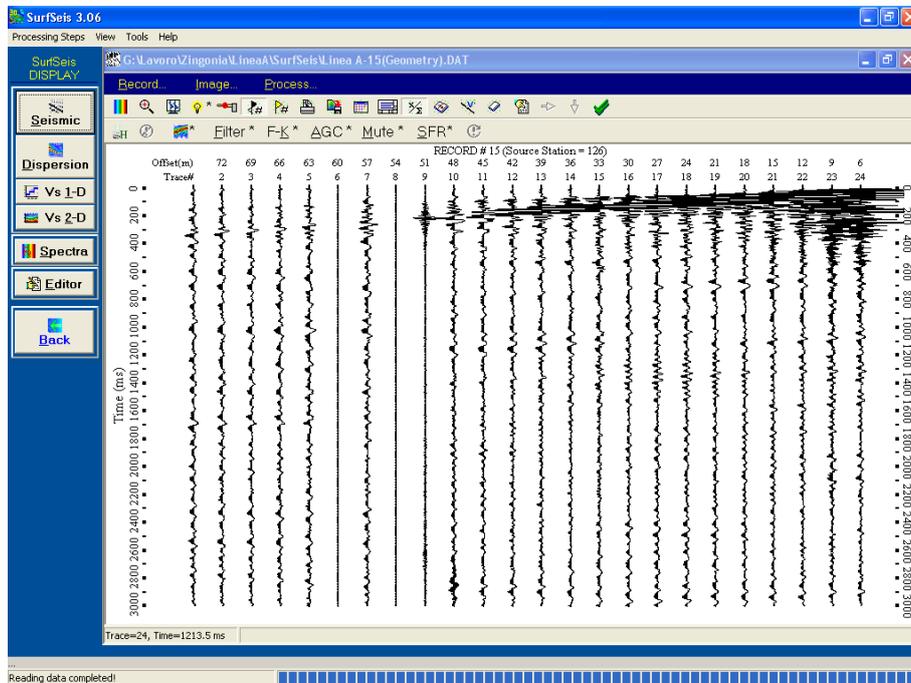
## INDICE ALLEGATO

<b>LINEA SISMICA A .....</b>	<b>16</b>
Masw Oscillogramma.....	16
Remi Oscillogramma.....	16
Spettro FK17	
Curva di dispersione sperimentale e teorica.....	17
Profilo di velocità delle onde di taglio (Vs) .....	18
<b>LINEA SISMICA B .....</b>	<b>19</b>
Masw Oscillogramma.....	19
Remi Oscillogramma.....	19
Spettro FK20	
Curva di dispersione sperimentale e teorica.....	20
Profilo di velocità delle onde di taglio (Vs) .....	21

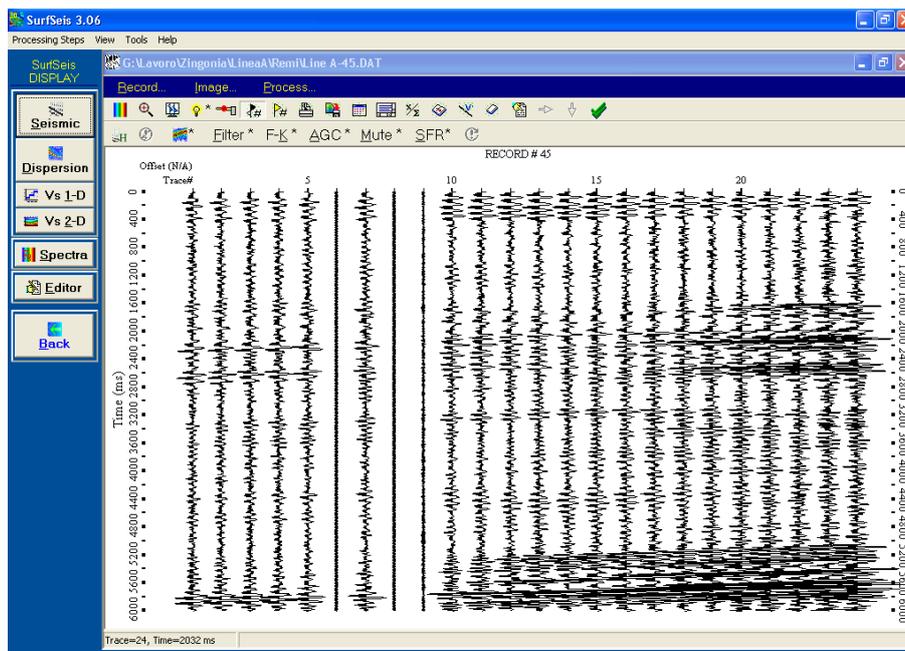
## Allegato

## Linea sismica A

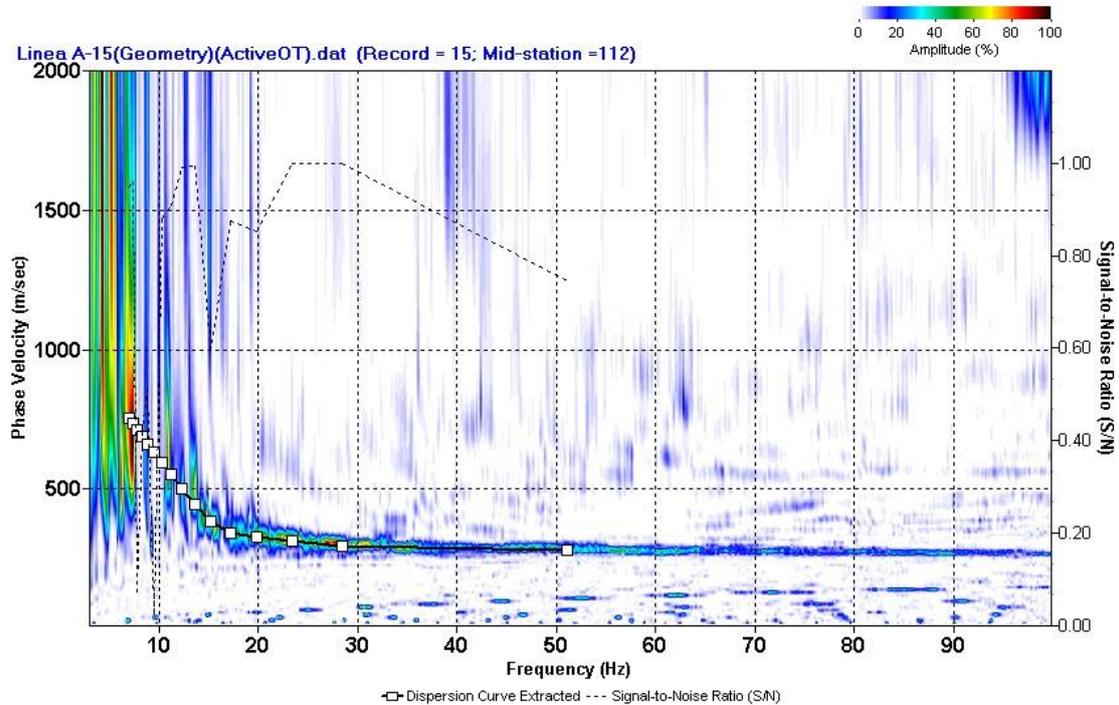
### Masw Oscillogramma



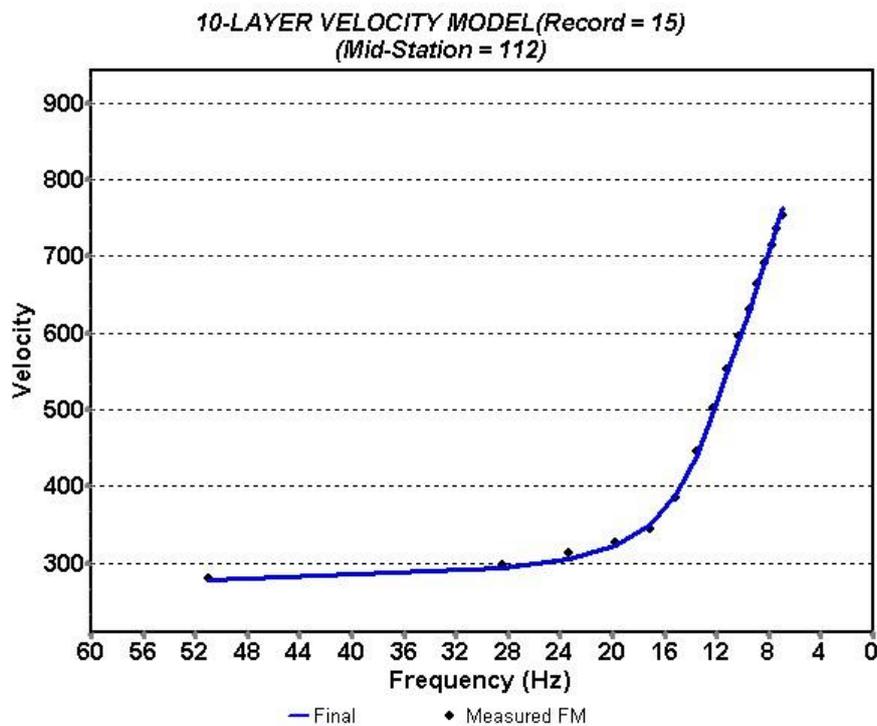
### Remi Oscillogramma



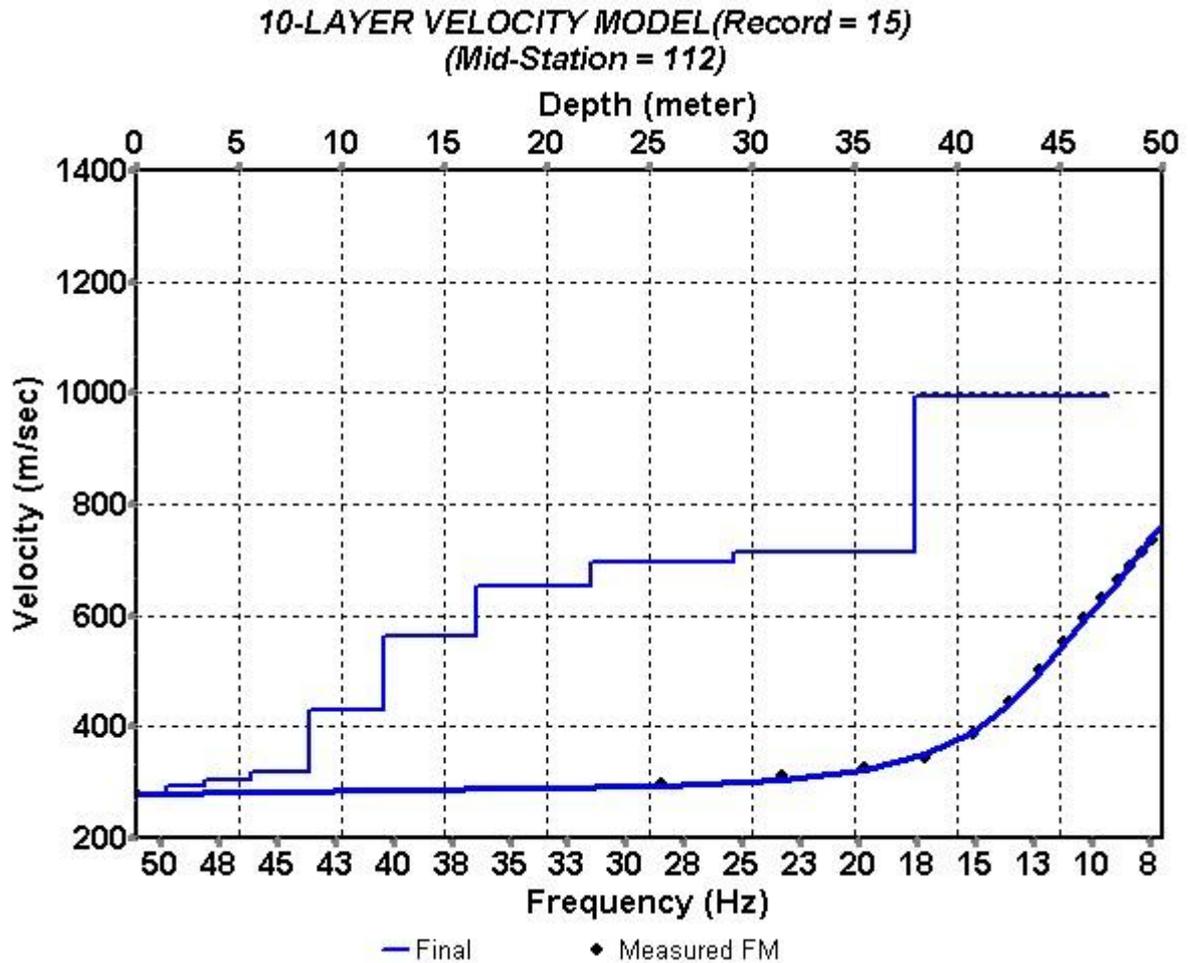
## Spettro FK



## Curva di dispersione sperimentale e teorica

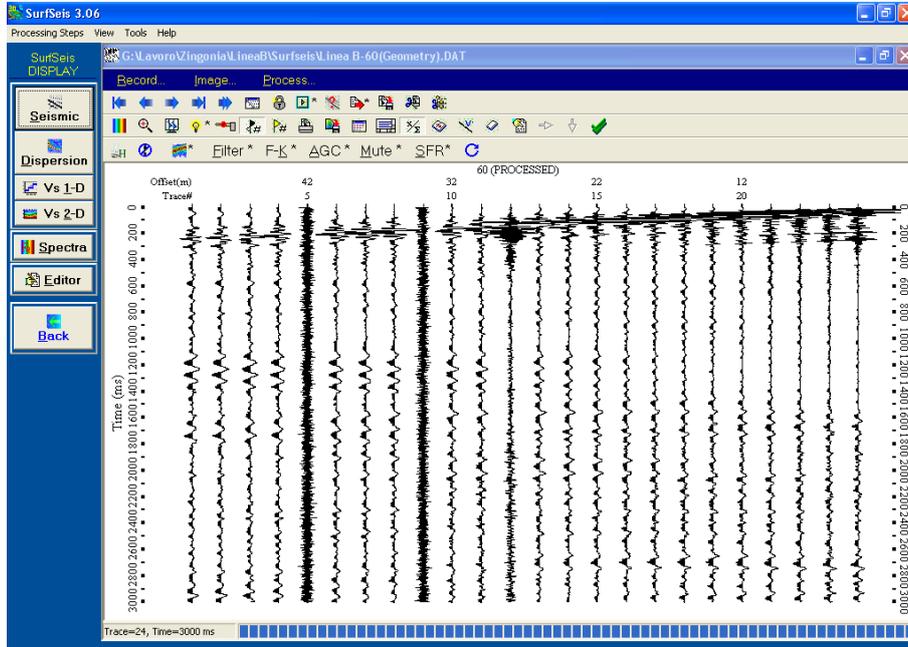


### Profilo di velocità delle onde di taglio (Vs)

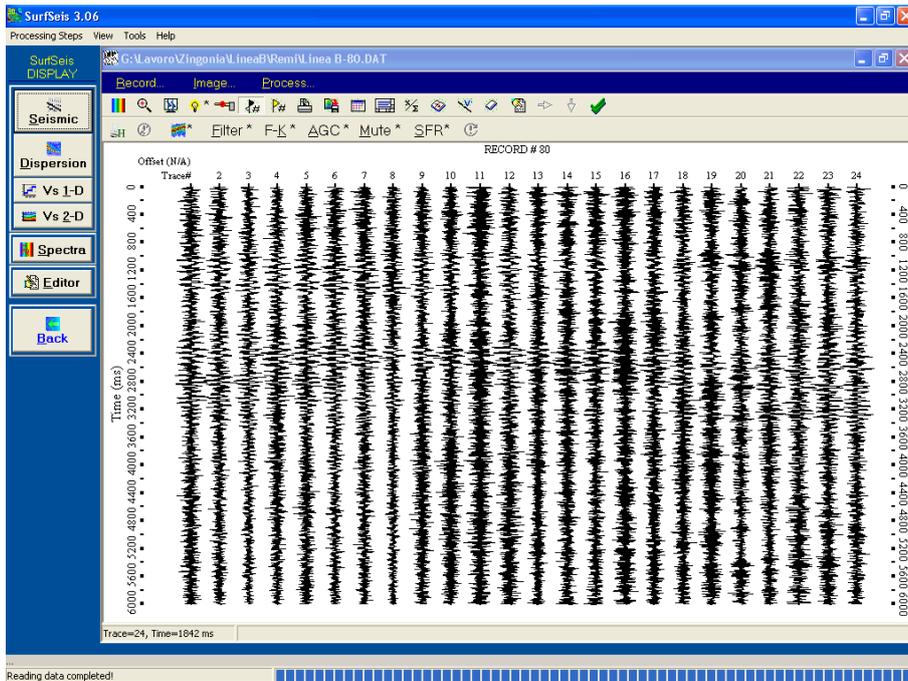


## Linea sismica B

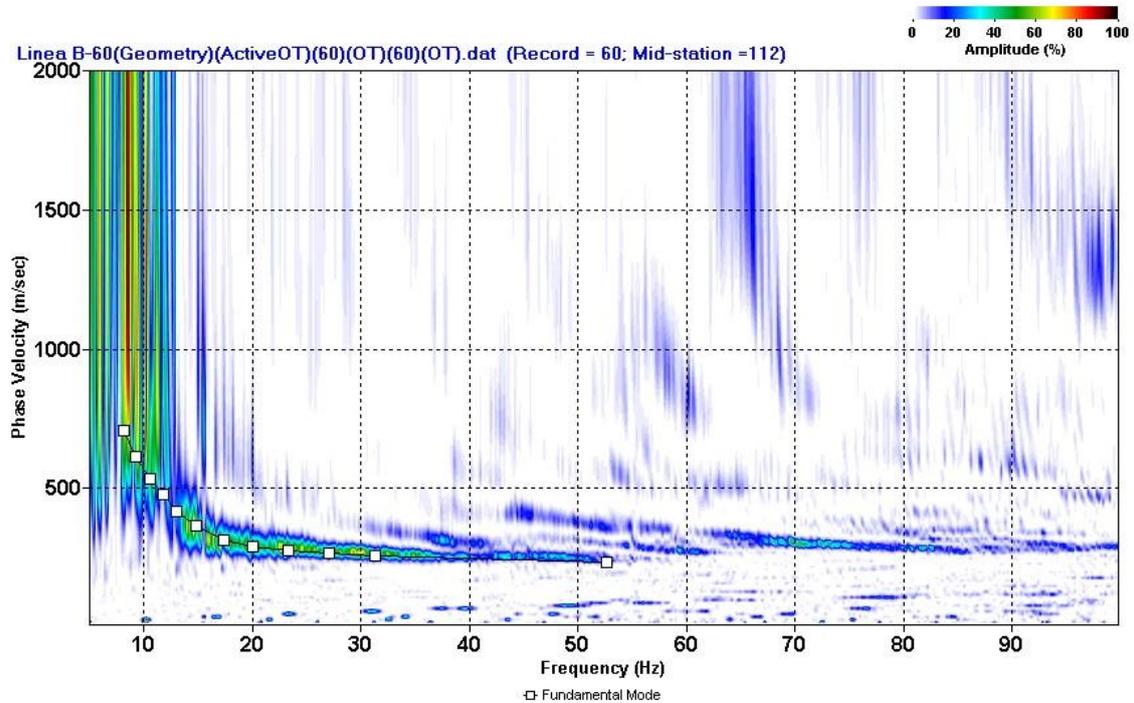
### Masw Oscillogramma



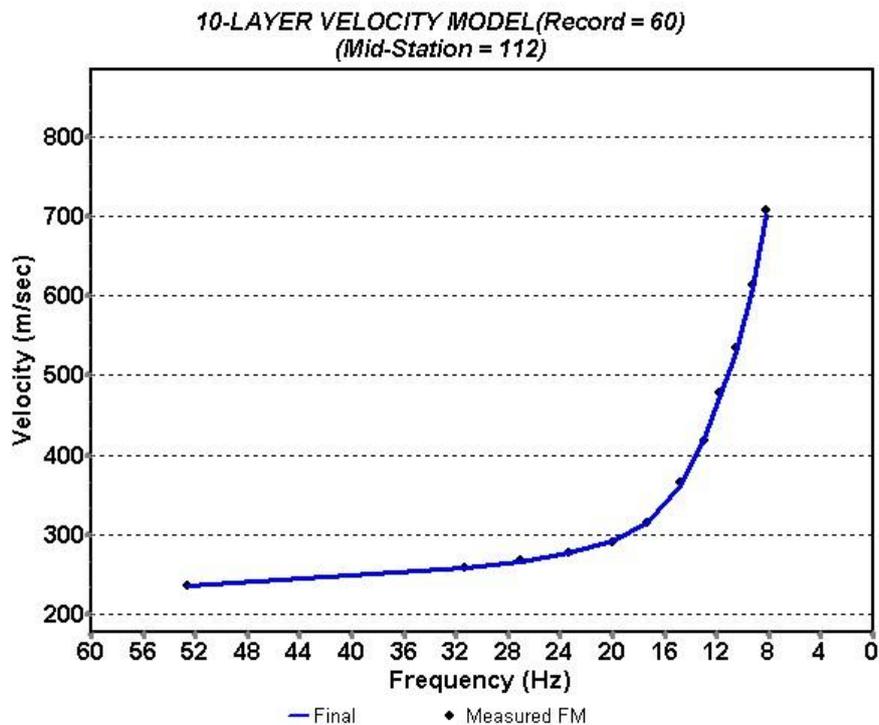
### Remi Oscillogramma



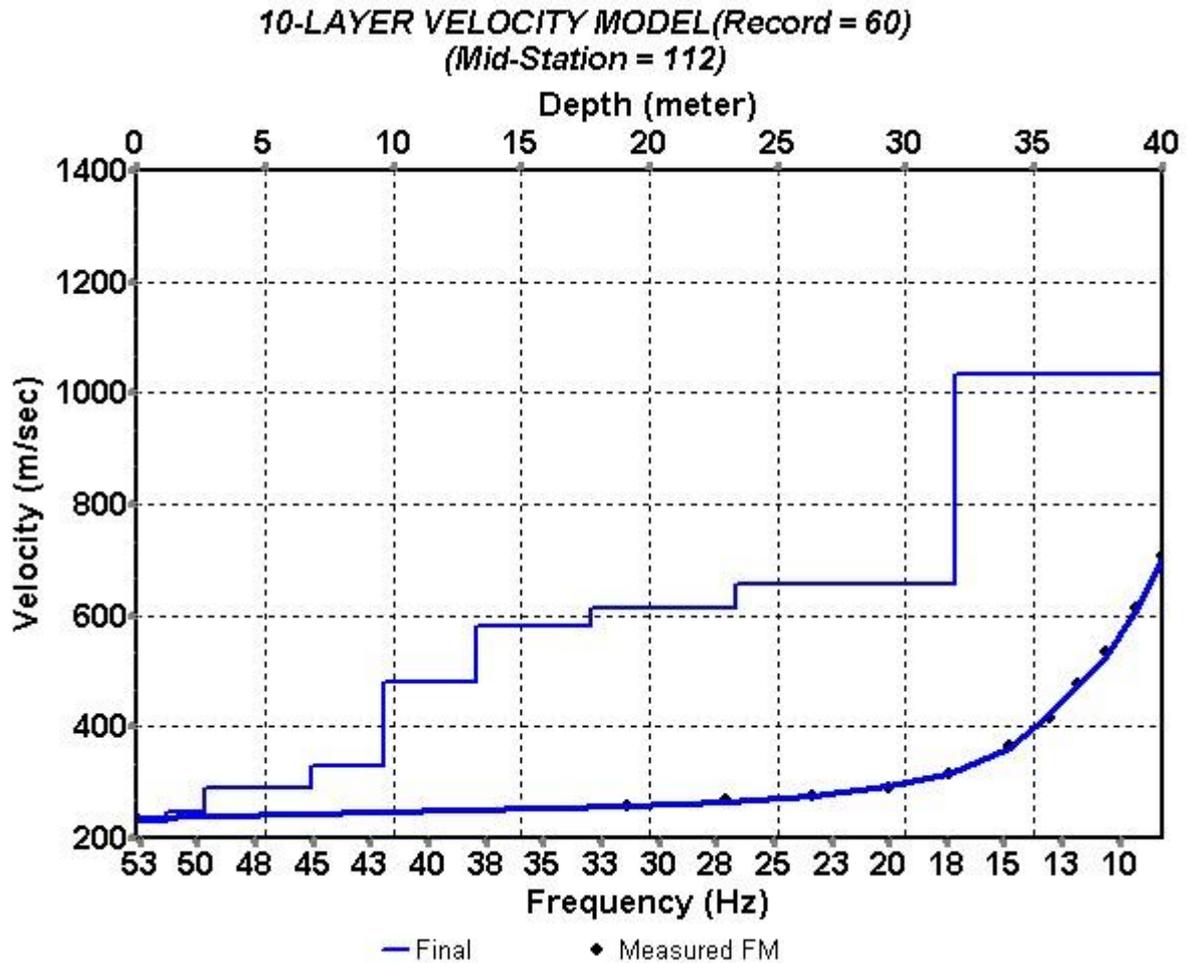
## Spettro FK



## Curva di dispersione sperimentale e teorica



### Profilo di velocità delle onde di taglio (Vs)



## CERTIFICATO DELLA ANALISI CHIMICHE

**Laboratorio Prove Ambientali**  
**Rapporto di prova n. 1417/13**

Pag. 1 di 2

**ANALISI TERRENI**

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S1C1 profondità 1,4 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	02.07.2013
Accettazione n°:	1417
Data inizio analisi:	02.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	75,89 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	27 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	18,9 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	12,3 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	22,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	12,3 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	13,6 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	16,6 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	41,6 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

Rapporto di prova n. 1417/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All.5 Titolo V Parte IV Tab.1 D Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All.5 Titolo V Parte IV Tab.1 D Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 85 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista  
*Andrea Mal...*

Il Responsabile del Laboratorio  
(Andreoletti dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

P&P LMC srl è un'azienda con Sistema di Gestione per la Qualità certificato ISO 9001:2008.  
Certificato CSQ n° 9175.ILMC

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1418/13

Pag. 1 di 2

## ANALISI TERRENI

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S2C2 profondità 3,8 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	02.07.2013
Accettazione n°:	1418
Data inizio analisi:	02.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	59,31 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	23 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	14,0 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	3,99 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	7,69 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	3,99 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	4,24 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	4,54 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	16,7 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1418/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab.1 D.Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D.Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 52 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista



Il Responsabile del Laboratorio  
(Andrea dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

P&P LMC srl è un'azienda con Sistema di Gestione per la Qualità certificato ISO 9001:2008.  
Certificato CSQ n° 9175.ILMC

## Laboratorio Prove Ambientali Rapporto di prova n. 1419/13

Pag. 1 di 2

### ANALISI TERRENI

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S2C1 profondità 2,0 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	02.07.2013
Accettazione n°:	1419
Data inizio analisi:	02.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	51,69 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	15 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	7,19 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	3,49 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	4,30 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	3,49 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	0,19 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	3,68 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	2,50 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	11,3 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1419/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 47 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista

Il Responsabile del Laboratorio  
(Andrea dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

## Laboratorio Prove Ambientali Rapporto di prova n. 1420/13

Pag. 1 di 2

### ANALISI TERRENI

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S2C2 profondità 4,8 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	02.07.2013
Accettazione n°:	1420
Data inizio analisi:	02.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs 152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	63,52 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	29 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	8,81 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	10,3 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	6,00 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met. 16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	10,3 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	2,81 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	2,47 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	16,0 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

Rapporto di prova n. 1420/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All.5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All.5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 65 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista  
*Andrea M. L.*

Il Responsabile del Laboratorio  
(Andrea M. L. dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

P&P LMC srl è un'azienda con Sistema di Gestione per la Qualità certificato ISO 9001:2008.  
Certificato CSQ n° 9175.ILMC

**Laboratorio Prove Ambientali**  
**Rapporto di prova n. 1421/13**

Pag. 1 di 2

## ANALISI TERRENI

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S3C1 profondità 1,0 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	02.07.2013
Accettazione n°:	1421
Data inizio analisi:	02.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	60,20 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	19 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	10,9 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	11,5 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	5,87 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	11,5 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	4,01 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	3,99 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	20,5 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1421/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab.1 D.Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab.1 D.Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 60 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista

Il Responsabile del Laboratorio  
(Andreola dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

P&P LMC srl è un'azienda con Sistema di Gestione per la Qualità certificato ISO 9001:2008.  
Certificato CSQ n° 9175.ILMC

**Laboratorio Prove Ambientali**  
**Rapporto di prova n. 1422/13**

Pag. 1 di 2

**ANALISI TERRENI**

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S3C2 profondità 3,0 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	02.07.2013
Accettazione n°:	1422
Data inizio analisi:	02.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	77,44 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	22 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	10,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	10,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	3,75 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	10,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruvi	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	2,59 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	2,67 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	20,0 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

**Laboratorio Prove Ambientali**  
**Rapporto di prova n. 1422/13**  
Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D.Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D.Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 67 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista

Il Responsabile del Laboratorio  
(Andrea dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

P&P LMC srl è un'azienda con Sistema di Gestione per la Qualità certificato ISO 9001:2008.  
Certificato CSQ n° 9175.ILMC

**Laboratorio Prove Ambientali**  
**Rapporto di prova n. 1423/13**

Pag. 1 di 2

**ANALISI TERRENI**

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S4C1 profondità 0,8 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	02.07.2013
Accettazione n°:	1423
Data inizio analisi:	02.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	55,54 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	< 5 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	7,63 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	3,61 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	4,00 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	3,61 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	2,91 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	2,24 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	12,07 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1423/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D.Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D.Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 53 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista

Il Responsabile del Laboratorio  
(Andreolotti dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

P&P LMC srl è un'azienda con Sistema di Gestione per la Qualità certificato ISO 9001:2008.  
Certificato CSQ n° 9175.ILMC

**Laboratorio Prove Ambientali**  
**Rapporto di prova n. 1424/13**

Pag. 1 di 2

**ANALISI TERRENI**

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S4C2 profondità 3,5 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	02.07.2013
Accettazione n°:	1424
Data inizio analisi:	02.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	63,95 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	< 5 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	8,07 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	8,41 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	3,42 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	4,76 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	2,59 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	4,54 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	9,08 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1424/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab.1 D.Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab.1 D.Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 62 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista

Il Responsabile del Laboratorio  
(Dott. Andreotti / Dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

P&P LMC srl è un'azienda con Sistema di Gestione per la Qualità certificato ISO 9001:2008.  
Certificato CSQ n° 9175.ILMC

**Laboratorio Prove Ambientali**  
**Rapporto di prova n. 1425/13**

Pag. 1 di 2

**ANALISI TERRENI**

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S5C1 profondità 1,84 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	04.07.2013
Accettazione n°:	1425
Data inizio analisi:	04.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	62,73 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	10 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	7,27 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	3,64 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	5,54 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	3,64 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	3,29 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	2,99 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	17,4 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

Rapporto di prova n. 1425/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k.) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i.) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 59 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista



Il Responsabile del Laboratorio  
(Andreola dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

P&P LMC srl è un'azienda con Sistema di Gestione per la Qualità certificato ISO 9001:2008.  
Certificato CSQ n° 9175.ILMC

## Laboratorio Prove Ambientali Rapporto di prova n. 1426/13

Pag. 1 di 2

### ANALISI TERRENI

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S5C2 profondità 3,5 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	04.07.2013
Accettazione n°:	1426
Data inizio analisi:	04.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	65,67 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo Il.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	11 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	9,05 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	4,51 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	5,42 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	4,51 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	2,57 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	2,82 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	13,0 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1426/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 59 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista

Il Responsabile del Laboratorio  
(Andrea Iotti dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

**Laboratorio Prove Ambientali**

**Rapporto di prova n. 1427/13**

Pag. 1 di 2

**ANALISI TERRENI**

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S6C1 profondità 0,7 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	04.07.2013
Accettazione n°:	1427
Data inizio analisi:	04.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	65,38 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	21 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	5,73 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	7,09 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	13,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	7,09 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idrucci	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	10,6 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	3,86 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	22,0 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1427/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 67 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista

Il Responsabile del Laboratorio  
(Andreoletti dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

P&P LMC srl è un'azienda con Sistema di Gestione per la Qualità certificato ISO 9001:2008.  
Certificato CSQ n° 9175.ILMC

**Laboratorio Prove Ambientali**  
**Rapporto di prova n. 1428/13**

Pag. 1 di 2

**ANALISI TERRENI**

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S6C2 profondità 4,2 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	04.07.2013
Accettazione n°:	1428
Data inizio analisi:	04.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	53,26 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	7 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	10,5 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	6,73 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	4,29 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	6,73 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	3,21 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	3,03 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	14,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

Rapporto di prova n. 1428/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All. 5 Titolo V Parte IV Tab. 1 D. Lgs. n° 152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All. 5 Titolo V Parte IV Tab. 1 D. Lgs. n° 152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 44 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista

Il Responsabile del Laboratorio  
(Andreoletti della Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

**Laboratorio Prove Ambientali**  
**Rapporto di prova n. 1429/13**

Pag. 1 di 2

**ANALISI TERRENI**

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S7C1 profondità 1,5 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	04.07.2013
Accettazione n°:	1429
Data inizio analisi:	04.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	56,68 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	32 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	9,66 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	4,45 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	5,06 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	4,45 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idrucci	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	3,52 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	3,09 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	13,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

Rapporto di prova n. 1429/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D.Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 50 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista  


Il Responsabile del Laboratorio  
(Andrea Letti, dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

## Laboratorio Prove Ambientali Rapporto di prova n. 1430/13

Pag. 1 di 2

### ANALISI TERRENI

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S7C2 profondità 2,85 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	04.07.2013
Accettazione n°:	1430
Data inizio analisi:	04.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	45,11 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	< 5 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	6,23 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	2,77 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	2,32 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	2,77 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruvi	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	1,71 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	2,41 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	8,87 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1430/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab.1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab.1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 40 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista



Il Responsabile del Laboratorio  
(Andreoletti dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

P&P LMC srl è un'azienda con Sistema di Gestione per la Qualità certificato ISO 9001:2008.  
Certificato CSQ n° 9175.ILMC

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1431/13

Pag. 1 di 2

## ANALISI TERRENI

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S8C1 profondità 1,0 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	04.07.2013
Accettazione n°:	1431
Data inizio analisi:	04.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	80,18 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	13 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	18,8 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	15,6 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	22,3 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	15,6 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idrucci	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	14,4 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	24,4 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	57,9 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

### Rapporto di prova n. 1431/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab.1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab.1 D Lgs n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 78 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista



Il Responsabile del Laboratorio  
(Andreoletti dott. Giancarlo)



I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

**Laboratorio Prove Ambientali**  
**Rapporto di prova n. 1432/13**

Pag. 1 di 2

**ANALISI TERRENI**

Committente:	Dott. Geol. Alberto Manella, Via degli Alpini 12 – 24064 Grumello del Monte (BG)
Campione prelevato da:	Dott. Geol. Alberto Manella
Descrizione campione:	Terreno; campione S8C2 profondità 4,6 m
Luogo di campionamento:	località Zingonia, Comune di Ciserano (BG)
Data ricevimento campione:	04.07.2013
Accettazione n°:	1432
Data inizio analisi:	04.07.2013
Data fine analisi:	25.07.2013

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Frazione passante a 2 mm	49,58 %	D.M. 13/09/1999 S.O. n°185 G.U. n°248 del 21/10/1999 Metodo II.1	///	///
Idrocarburi leggeri C≤12	< 1 mg/kg	EPA 5021;EPA8015d	10 mg/kg	250 mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12	31 mg/kg	UNI EN ISO 16703 : 2011	50 mg/kg	750 mg/kg
Arsenico	8,25 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio	< 0,2 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	2 mg/kg	15 mg/kg
Cobalto	6,85 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	20 mg/kg	250 mg/kg
Cromo totale	4,37 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	800 mg/kg
Cromo esavalente	< 0,2 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.16 (86)	2 mg/kg	15 mg/kg
Rame	6,85 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	600 mg/kg
Mercurio	< 0,1 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003 + sistema a idruri	1 mg/kg	5 mg/kg
Nichel	2,67 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	120 mg/kg	500 mg/kg
Piombo	2,50 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	100 mg/kg	1000 mg/kg
Zinco	13,3 mg/kg	EPA 3051/A + APAT CNR IRSA 3020 MAN 29/2003	150 mg/kg	1500 mg/kg
Amianto totale	< RL***	Parametro determinato da laboratorio esterno	1000 mg/kg	1000 mg/kg
Benzene	< 0,01 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,1 mg/kg	2 mg/kg
Toluene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Etilbenzene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg
Xilene	< 0,05 mg/kg	EPA 5021;EPA8015D	0,5 mg/kg	50 mg/kg

## Laboratorio Prove Ambientali

Rapporto di prova n. 1432/13

Pag. 2 di 2

PARAMETRI RICERCATI	Valori Rilevati (Secondo D.Lgs152/06)	Norme di riferimento	Concentrazione limite *	Concentrazione limite **
Benzo (a) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (a) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (k,) fluorantene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,5 mg/kg	10 mg/kg
Benzo (g,h,i,) perilene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Crisene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Indenopirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	0,1 mg/kg	5 mg/kg
Pirene	< 0,01 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	5 mg/kg	50 mg/kg
Sommatoria policiclici aromatici	< 0,2 mg/kg	EPA 3541; EPA 8270D	10 mg/kg	100 mg/kg
PCB	< 0,02 mg/kg	CNR-IRSA Q64 vol.3 met.24b (88)	0,06 mg/kg	5 mg/kg

\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A)

\*\* All 5 Titolo V Parte IV Tab 1 D Lgs.n°152/06, valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e sottosuolo riferiti a siti ad uso commerciale e industriale (Colonna B)

\*\*\* valore inferiore al limite di rilevabilità di 34 mg/kg

Seriate, li 25.07.2013

L'Analista  


Il Responsabile del Laboratorio  
(Andrea dott. Giancarlo)  


I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.