

Indagine geognostica di verifica della natura litologica dei terreni in un'area di possibile ampliamento dello stabilimento industriale Cameo, in loc. Faustinella.

Committente: Cameo S.p.A.



INDICE

1. PREMESSA – Riferimenti progettuali e Normativi	2
2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	3
2.1 Inquadramento geologico	3
2.2 Assetto Geomorfologico e Idrografico	4
2.3 Successione stratigrafica	6
2.4 Inquadramento Idrogeologico	7
3. SISMICITA'	9
3.1 Inquadramento sismotettonico	9
3.2 Sismicità storica	11
3.3 Normative Sismiche – Valori di a_g	13
4. CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA	16
4.1 Sondaggi a carotaggio continuo ed interpretazione dei dati	16
4.2 Prove penetrometriche dinamiche standard (DPHS-SCPT) – Modello Stratigrafico	18
4.3 Piezometri	20
4.4 Indagini Sismiche – Dati Sismostratigrafici	21
5. MODELLO GEOTECNICO/GEOFISICO – SEZIONI INTERPRETATIVE	26
6. RISPOSTA SISMICA DEL SITO	29
6.1 Categoria di Sottosuolo e Categoria Topografica	30
6.2 Pericolosità Sismica del Sito – Parametri sismici di riferimento	31
6.3 Amplificazione Stratigrafica (S_s) e Topografica (S_t)	33
7. CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEI TERRENI	34
7.1 Modalità di prelievo dei campioni	34
7.2 Risultati Analisi di Laboratorio	34
8. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI DELLE INDAGINI	35
9. COMPATIBILITA' DI EVENTUALI INTERVENTI EDIFICATORI CON LE RISULTANZE DELLO STUDIO GEOLOGICO E CON LE NORME DI FATTIBILITA'	37

1. PREMESSA – Riferimenti progettuali e Normativi

A seguito dei colloqui intercorsi con il Sig. Agostinelli e su incarico di *Cameo s.p.a.* è stato eseguito uno studio geologico-geotecnico ed ambientale nell'ambito della trattativa d'acquisto di un lotto prossimo agli stabilimenti di *Cameo s.p.a.*, ubicato in Loc. Faustarella, in territorio comunale di Lonato d/G (BS).

L'area di progetto risulta inserita in riferimento alla "Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. di Lonato del Garda" nelle **classi di fattibilità 2a e 2c con modeste limitazioni d'uso**, definite rispettivamente "*Aree ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda, non sfruttata ad uso idropotabile)*" e "*Aree di elevato interesse geomorfologico, paesaggistico e vegetazionale (peraltro in parte già rientranti nelle zone di vincolo ambientale e idrogeologico): ambito delle colline moreniche maggiormente articolate, a morfologia ondulata con ripiani subpianeggianti; alternanza di zone boscate, oliveti, vigneti, e prati permanenti.*"

Tra gli scopi dell'indagine vi è quello di verificare la natura litologica dei terreni presenti nell'area e definire un modello geologico-geotecnico idoneo a valutare le problematiche relative alla tipologia fondazionale da adottare per la realizzazione di eventuali edifici.

Viene inoltre richiesto il riconoscimento della presenza e dello spessore di eventuali materiali di riporto/rimaneggiati, nonché la verifica riguardo le caratteristiche chimiche dei terreni riscontrati presso l'area d'interesse progettuale.

Le problematiche riconosciute potranno essere utilizzate in fase di progettazione allo scopo di predisporre i criteri e le tipologie costruttive più adatte.

E' stato dapprima eseguito il rilievo geolitologico e geomorfologico dell'area in oggetto e di quelle ad essa limitrofe.

Per la caratterizzazione geotecnica e chimica dei terreni è stata condotta una campagna geognostica mediante sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro di sondaggio e posa in opera di piezometro e di prove penetrometriche dinamiche standard (SCPT). Si è inoltre tenuto conto della contemporanea esecuzione di trincee esplorative superficiali entro l'intero lotto, per indagini di tipo archeologico.

Per la valutazione delle velocità V_{S30} di sito sono stati utilizzati i dati derivanti da stendimenti di sismica multicanale con acquisizione delle onde superficiali, anche a bassa frequenza, ed elaborazione dati con metodologia tipo MASW, eseguiti entro il lotto d'interesse.

Altri dati relativi alla natura litologica, alle caratteristiche geotecniche e di permeabilità dei terreni della zona derivano da studi geologici corredati da indagini geognostiche redatti dalla scrivente e dal Dott. Geol. G. Crestana, eseguiti in aree prossime a quella in esame (stabilimenti *Cameo* e lotti limitrofi) e/o in contesti omologhi.

Con Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 27/04/2006 il Comune di Lonato d/G (BS) è stato classificato in zona sismica 2 ed in particolare nella sottozona con valori di a_g compresi tra 0.150 e 0.175 (accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni). Già l'Ordinanza P.C.M. 3274/2003 includeva il territorio comunale in zona sismica 3.

Lo studio è stato condotto in prospettiva sismica, secondo le linee contenute nei riferimenti legislativi vigenti (OPCM 3274/03 - OPCM 3519/06 e D.M. 14/01/08); le indagini sono state eseguite secondo le prescrizioni e gli oneri contenuti nelle raccomandazioni A.G.I. (1977).

Si allegano:

- Corografia (scala 1:10.000)
- Carta Geolitologica con elementi geomorfologici ed idrografici (scala 1:10.000)
- Carta Geologica di dettaglio con ubicazione dei punti d'indagine di nuova esecuzione e di precedenti indagini (scala 1:2.000)
- Planimetria con ubicazione delle indagini e individuazione di ambiti geotecnici omogenei (scala 1:1000)
- Stratigrafie Sondaggi
- Stratigrafie Trincee
- Diagrammi Prove Penetrometriche
- Sezioni Geologico - Geotecniche interpretative (scala 1:250)
- Tavole Fotografiche
- Stratigrafie dei pozzi
- Certificati Analisi Chimiche

2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

L'area d'interesse è ubicata in Loc. Faustinella, a Lonato d/G (BS), ed è individuata dai Mapp.li 109-110 del Fg. 41; il sito si pone al bordo di un settore sub-pianeggiante intermorenico esteso in corrispondenza della Piana di Croce Venzago – Campagnoli, sede del polo artigianale-produttivo di Desenzano del Garda sviluppato in prossimità dello svincolo del casello autostradale (A 4) e della S.S. 567.

Nella presente relazione viene fornito, sulla base di tutti i dati raccolti un inquadramento geologico generale e vengono descritte le unità litologiche presenti nell'area d'interesse ed in un intorno significativo.

Lo studio delle caratteristiche geomorfologiche ed idrografiche del territorio d'interesse e delle caratteristiche geotecniche dei terreni, si è articolato mediante una prima fase di acquisizione dei dati reperibili in letteratura ed, in aggiunta, di quelli relativi a studi geologici ed indagini geognostiche eseguiti dalla scrivente nel territorio di Lonato del Garda e nel contermino comune di Desenzano del Garda. Quindi si è proceduto alla fase di analisi mediante i rilievi geomorfologici di campagna presso l'area di progetto ed il suo immediato intorno.

2.1 Inquadramento geologico

Il territorio di Lonato del Garda/Desenzano del Garda è inserito all'interno della regione del **Basso Garda Bresciano** e si estende tra le cerchie moreniche originate nel Quaternario a seguito del ritiro dei ghiacciai alpini canalizzati nel solco strutturale gardesano preesistente e con andamento giudicariense.

L'area in esame è inserita nell'**apparato morenico del Garda**, costituito da un sistema di cerchie moreniche concentriche rappresentate da rilievi collinari e piane fluvio-glaciali intermoreniche.

La geologia della zona è pertanto caratterizzata dalla presenza di potenti **cordoni morenici** di età wurmiana e rissiana (Quaternario), allungati in direzione circa N-S, che costituiscono l'ossatura

collinare del territorio e da un esteso settore pianeggiante di età più recente ad essi interposto di origine **fluvioglaciale**. Entro la piana sono presenti **rilievi morenici poco pronunciati**, lembi relitti di alture parzialmente smantellate dagli scaricatori fluvioglaciali.

Il lotto d'interesse si colloca al bordo dei rilievi collinari principali ed interessa per lo più un'area sub-pianeggiante di ambito fluvioglaciale con presenza di cordone morenico del quale, talora si è persa l'evidenza morfologica.

2.2 Assetto Geomorfologico e Idrografico

2.2.1 Inquadramento Geomorfologico

L'area in esame è posta entro un ambito a morfologia collinare alquanto variegato. Possono infatti essere presenti cordoni morenici maggiormente pronunciati, settori pianeggianti e, in ultimo, depressioni e piane intermoreniche di estensione variabile con all'interno lembi residui di cordoni morenici.

Il modellamento dei cordoni morenici è avvenuto infatti ad opera degli scaricatori fluvioglaciali, in grado di smantellare parzialmente i rilievi morenici precedentemente depositi e di formare piane articolate e talora piuttosto estese.

L'arretramento delle lingue glaciali secondo più fasi di stazionamento, può aver comportato **la formazione di depressioni tra archi morenici adiacenti, con conseguente ristagno d'acqua ed individuazione di depressioni intermoreniche e laghi di fronte glaciale**. La successiva tracimazione delle acque raccolte da questi bacini lacustri, talora di estensione limitata, attraverso uno o più tagli provocati negli archi di contenimento, può aver comportato il recapito delle acque verso gli scaricatori fluvioglaciali più prossimi.

Con il passaggio verso le attuali condizioni climatiche i fenomeni geomorfici legati all'idrografia superficiale ed alla gravità si sostituirono a quelli glaciali, apportando modifiche al paesaggio. Si è così impostata gradualmente la rete idrografica diretta, limitatamente, verso il lago e più in generale verso il fronte esterno delle cerchie moreniche. In corrispondenza delle originarie piane o depressioni intermoreniche fenomeni di impaludamento e di ristagno d'acqua possono determinare localmente la formazione di aree palustri, torbiere e stagni.

Le numerose modifiche antropiche hanno infine portato il paesaggio all'attuale configurazione; l'originaria morfologia presso settori più o meno estesi entro la piana di Croce Venzago–Campagnoli, risulta talora modificata antropicamente, mediante la formazione di estesi terrazzamenti artificiali, allungati secondo l'andamento dei versanti, in relazione dapprima alle pratiche agricole e successivamente alla progressiva urbanizzazione dei luoghi, nonché per la realizzazione di sentieri e vie d'accesso che hanno comportato tagli di versante (a monte) e locale accumulo di terreno rimaneggiato (a valle).

Si segnala inoltre che entro la stessa piana, poco a S-SE, sono state riscontrate locali "cave di prestito" non autorizzate (vedi "Carta Geologica con Elementi Geomorfologici ed Idrogeologici" a scala 1:10.000), eseguite presumibilmente durante gli anni '60, con asportazione di terreno ghiaioso-sabbioso e successiva ricolmatura con limi, limi sabbiosi e limi argillosi, solo localmente miste a

macerie di demolizione o materiali eterogenei. Anche presso l'area di recente ampliamento di Cameo (indagini Giugno 1999), posta immediatamente a NE del lotto d'interesse, è stata riscontrata la presenza, localmente, di terreni naturali rimaneggiati.

Molto spesso gli interventi di regolarizzazione del morfologia hanno obliterato i blandi rilievi collinari, già erosi dall'azione degli scaricatori fluvio-glaciali, durante le varie fasi di arretramento dell'apparato glaciale (vedi area di ubicazione dello stabilimento principale di Cameo).

2.2.2 Assetto geomorfologico locale

Il lotto d'interesse si inserisce alla base di un pendio collinare principale allungato in direzione circa N-S, complessivamente mediamente acclive, comprendendo anche alcuni ripiani di contatto glaciale. Ai piedi del versante collinare si articola una piana intermorenica allungata sempre in direzione N-S, delimitata ad Est dal rilievo "smantellato" su cui sorge lo stabilimento principale della Cameo. Entro la piana si riconoscono dossi collinari isolati, residui di cordoni morenici.

La porzione occidentale del lotto si inserisce entro un ripiano di contatto glaciale, debolmente immergente verso Est; la porzione orientale si colloca al contrario entro la piana intermorenica che si presenta sub-pianeggiante, individuando un'area depressa che prosegue verso il lotto adiacente lungo il confine Est.

Il sito di intervento risulta comunque stabile e non è interessato da alcun fenomeno geomorfico in atto.

Per quanto concerne la possibile locale presenza di materiali di riporto essa risulta compatibile con quanto già riscontrato presso siti posti entro la piana di Croce Venzago-Campagnoli; si rimanda ai successivi paragrafi in cui tale aspetto verrà discusso dettagliatamente.

2.2.3 Idrografia

L'**idrografia** della zona è caratterizzata dalla mancanza di un vero e proprio reticolo idrografico, anche in relazione alla morfologia generale della zona, riferibile ad un contesto di cordoni morenici poco accentuati, in cui si instaurano bacini idrografici poco estesi con vaste aree pianeggianti. Inoltre nella piana intermorenica della Croce di Venzago-Campagnoli si hanno per lo più terreni ad alta e media permeabilità che consentono una buona infiltrazione delle acque superficiali.

L'unico elemento idrografico degno di nota trova origine ben più a Sud dell'area considerata, dove si ha l'affioramento della falda freatica da cui prende origine un ramo della Fossa Redone.

Il corso d'acqua attraversa buona parte del settore meridionale dell'anfiteatro morenico benacense confluendo nella Fossa Redone Superiore, per poi immettersi nel F. Mincio.

Nella piana entro cui ricade il sito di studio sono presenti alcuni bacini d'acqua artificiali. Si tratta di aree di coltivazione attiva o cessata di ghiaia e sabbia che hanno messo a nudo la falda freatica.

Il deflusso idrico superficiale nelle zone limitrofe all'area considerata e in tutte le aree collinari avviene essenzialmente per spaglio superficiale.

2.3 Successione stratigrafica

La successione stratigrafica dell'area in esame può essere schematizzata, dalla più antica alla più recente, come segue:

DEPOSITI GLACIALI

Si tratta dei depositi costituenti le cerchie moreniche. Essi risultano eterogenei per natura e granulometria e sono caratterizzati da potenti sequenze deposizionali costituite da intervalli in prevalenza limoso-argillosi organizzati in lenti e/o corpi stratificati con contenuto variabile dello scheletro sabbioso e ghiaioso. Possono essere presenti livelli o lenti, talora con discreta continuità laterale, di terreni più francamente grossolani a litologia prevalentemente ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa, con subordinata frazione limoso-argillosa. Frequentemente all'interno dei depositi glaciali si rinvengono ciottoli e/o trovanti, talora di notevoli dimensioni.

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI

Tali depositi, di spessore variabile, presentano un minore assortimento granulometrico rispetto ai terreni glaciali; la presenza di termini grossolani, quali ghiaie e sabbie, è da mettere in relazione alla selezione idraulica operata dall'ambiente deposizionale di tipo fluvio-glaciale contraddistinto generalmente da corsi d'acqua competenti la cui genesi è connessa allo scioglimento delle masse glaciali. D'altro canto, dove la morfologia portava a fenomeni di ristagno delle acque, connessi a cali di energia dell'ambiente deposizionale, si sono accumulati terreni più fini con possibilità di deposizione di livelli più francamente limoso argillosi o limoso-sabbiosi (depositi fluvio-glaciali fini di depressione intermorenica).

DEPOSITI DI CONTATTO GLACIALE

I depositi di contatto glaciale, quando presenti, sono posti di norma immediatamente a tergo dei cordoni morenici. Possono assumere una forma complessiva a dosso o terrazzo (posizione marginale, subglaciale, interna o epiglaciale rispetto al ghiacciaio; genesi di tipo kame) e risultano costituiti prevalentemente da ghiaie massive e sabbie per lo più a supporto di matrice gradate o grossolanamente stratificate. Si possono avere forti eterogeneità litologiche con variazioni in percentuale della frazione fine talora molto marcate, con litofacies riferibili a sabbie da medie a grossolane a fini. In generale la presenza di matrice argillosa può conferire a questi depositi una tipica colorazione grigia, mentre un colore ocra-nocciola contraddistingue di norma materiali con maggior presenza di limo.

MATERIALI DI RIPORTO

Si tratta molto probabilmente di terreno rimaneggiato proveniente da locali interventi di scavo; la verifica della loro presenza e, eventualmente, la definizione del loro andamento e spessore, oltreché della natura litologica è altresì oggetto del presente studio.

Le unità avanti descritte presentano suoli ghiaiosi di colore rossastro poco sviluppati e più assottigliati in corrispondenza dei depositi fluvio-glaciali. Gli spessori di norma non superano 60-70 cm.

L'area di progetto si colloca pertanto in un ambito collinare variegato comprendendo principalmente depositi glaciali (lungo il lato di monte) e depositi fluvio-glaciali/glaciali (lungo la

porzione di valle). Localmente il contatto tra le unità descritte può essere ricoperto dalle coltri di materiali di riporto correlabili agli interventi antropici.

2.4 Inquadramento Idrogeologico

La complessa struttura idrogeologica del territorio in esame è rappresentata da acquiferi superficiali, cui corrispondono **falde freatiche** circolanti nei depositi di contatto glaciale e fluvioglaciali. La falda freatica è per lo più delimitata verso il basso dai depositi morenici che fungono da livello impermeabile o semipermeabile. Entro i depositi glaciali e di contatto glaciale si possono altresì rinvenire, a scarsa profondità dal p.c., **falde sospese** discontinue e di scarsa produttività e, più in profondità, **acquiferi multistrato** semiartesiani ai quali attingono i pozzi profondi della zona.

Falde freatiche

Presso alcuni dei settori pianeggianti e/o depressi morfologicamente si hanno di norma falde freatiche confinate entro i depositi fluvioglaciali e di contatto glaciale, di spessore variabile. Questo acquiferi possiedono per lo più scarsa produttività. L'alimentazione è legata agli apporti delle acque di diretta infiltrazione, di corsi d'acqua, delle acque raccolte dai versanti delle cerchie moreniche e/o provenienti dalle falde sospese circolanti nei depositi glaciali dei settori collinari.

Gli acquiferi freatici presentano di norma un andamento discontinuo. Nelle piane maggiormente estese, quali la piana di Croce Venzago-Campagnoli, l'acquifero freatico può presentare maggiore potenzialità.

Il rilievo del livello piezometrico della falda freatica, eseguito con una certa continuità nel corso degli ultimi 9-11 anni, ha permesso di ricostruire la direzione di flusso della falda e di stabilire la sua soggiacenza minima (vedi Carta Geolitologica con elementi Geomorfologici ed Idrogeologici).

La falda freatica risulta confinata entro i depositi fluvioglaciali presenti nella piana intermorenica di Croce di Venzago, ed ha come limite inferiore il substrato morenico (vedi Stratigrafie dei pozzi, in allegato).

L'alimentazione della falda è legata agli apporti delle acque di diretta infiltrazione, di quelle raccolte dai versanti delle cerchie moreniche e dalle falde sospese circolanti nei depositi morenici.

Nella porzione di piana intermorenica in esame la falda freatica ha, localmente, una potenzialità scarsa, legata allo spessore ridotto dei depositi fluvioglaciali oltre che ai processi di alimentazione; alla stesso modo la presenza di piane intermoreniche "minori", comprese tra i rilievi collinari principali e gli allineamenti maggiormente continui dei dossi collinari isolati, può comportare la presenza di falde freatiche superficiali, poste in prossimità della superficie topografica.

La soggiacenza delle falde freatiche subisce in ogni caso delle naturali, e talvolta marcate, oscillazioni stagionali in funzione della piovosità.

La ricostruzione dell'andamento delle linee isofreatiche, è resa particolarmente difficoltosa dalla presenza di blandi rilievi collinari in cui il substrato morenico risulta affiorante, nonché di numerosi laghetti di cava. Ciò determina una sensibile ed irregolare deformazione della piezometria.

Il deflusso sotterraneo della falda freatica segue, a larga scala, un debole gradiente lungo la direzione della Fossa Redone, che rappresenta l'unico elemento idrografico della piana fluvioglaciale.

In concomitanza di eventi di carattere eccezionale ed in periodi di innalzamento del livello piezometrico si verifica un incremento del gradiente di flusso lungo la direzione della Fossa Redone,

poiché quest'ultima assume un'effettiva funzione drenante nei confronti della falda superficiale. L'andamento delle isofreatiche tende conseguentemente ad aprirsi verso Sud e Sud-Est.

Durante periodi di siccità prolungata, al contrario, la falda tende a "ristagnare", risultando quasi contenuta entro un "catino" naturale, con conseguente chiusura verso Sud delle linee isofreatiche ed accentuazione delle "soglie" idrauliche naturali rappresentate dal substrato morenico presente a scarsa profondità dal p.c.. Poco a Sud dell'area in esame sono presenti lembi residui e discontinui di cordoni morenici orientati trasversalmente alla piana, secondo l'allineamento che va da M.te Forca, M.te Lepre verso Castel Venzago, che possono costituire una barriera al flusso sotterraneo della falda freatica poco a valle del sito di progetto.

L'andamento, approssimativamente sub-parallelo, delle isofreatiche rispetto ai rilievi collinari indica un'alimentazione idrica diretta dai depositi morenici (substrato impermeabile) verso il depocentro della piana fluvio-glaciale.

L'andamento delle isofreatiche, riportato nella "Carta Geolitologica con elementi Geomorfologici ed Idrogeologici", si riferisce all'acquifero freatico "principale" riscontrato nelle porzioni centrali della piana di Croce Venzago-Campagnoli ed in particolare alle letture eseguite nel Marzo 2001 assunte, in base ai rilievi eseguiti a partire dall'anno 1999, come rappresentative del massimo innalzamento della falda freatica, a seguito di un periodo contraddistinto da eccezionale e prolungata piovosità. Valori pressoché sovrapponibili con quelli relativi al Marzo 2001 sono stati misurati, presso un'area posta a Sud del sito d'intervento, a seguito di evidenti fenomeni di innalzamento dell'acquifero verificatisi nella prima decade dell'Ottobre 2005, conseguenti a precipitazioni intense e prolungate avvenute nello stesso periodo. Anche nell'autunno 2008 e nell'inverno-primavera 2009 l'acquifero risultava caratterizzato da minima soggiacenza con valori confrontabili con quelli del Marzo 2001.

Si ritiene che falde freatiche "minori" ed estremamente superficiali (soggiacenza 0-2 m dal p.c.) possano essere riscontrate presso la porzione orientale "depressa" del lotto d'interesse.

Falde sospese

Nei depositi glaciali e di contatto glaciale sono presenti, in relazione alle condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali, acquiferi discontinui e poco produttivi circolanti entro livelli prevalentemente ghiaioso-sabbiosi al tetto di livelli limoso-argillosi impermeabili, generalmente di bassa potenzialità, alimentati prevalentemente dalle precipitazioni. Tali falde possono dare origine, al piede delle colline moreniche, a manifestazioni sorgentizie di portata per lo più trascurabile o risultano alimentare acquiferi freatici presso le porzioni maggiormente depresse dei settori intermorenici, pianeggianti, ad essi adiacenti.

Presso il settore settentrionale del lotto possono essere presenti falde acquifere riconducibili a questa tipologia.

Falda profonda: acquiferi multistrato semiartesiani

Entro i depositi glaciali, a profondità differenti e di norma di alcune decine di m dal p.c., sono presenti **falde profonde confinate o semiconfinate** che rappresentano gli acquiferi più sviluppati e di maggiore produttività nell'area del Basso Garda. I sistemi acquiferi multistrato risultano separati tra loro da intervalli argilloso-limosi ripartitori (aquitard). Si tratta di falde normalmente dotate di un certo grado di artesianesimo, non direttamente influenzate dall'andamento delle precipitazioni e collegate ad

alimentazioni distali. Si tratta di falde, sfruttate dai pozzi profondi, normalmente dotate di un certo grado di artesianesimo, non direttamente influenzate dall'andamento delle precipitazioni e collegate ad alimentazioni distali e poste a profondità elevate e risultano avere un'alimentazione di tipo distale, non direttamente collegata alle precipitazioni meteoriche.

Gli acquiferi multistrato semiartesiani, ai quali attingono i pozzi profondi della zona (tra cui anche quello della Cameo (D32, in allegato) e della Nuova Garda Gomme (D33, in allegato), sono localizzati nei livelli maggiormente permeabili inclusi entro i depositi morenici, separati da livelli impermeabili (*aquitard*). Il livello piezometrico misurato per gli acquiferi captati, si attesta a profondità superiori a 40 m dal p.c.

3. SISMICITA'

3.1 Inquadramento sismotettonico

In questo settore, che ricade nell'area padana e lungo il bordo sudalpino centrale, i lineamenti tettonici sono riconducibili a diversi sistemi regionali che generano complessi campi tensionali.

Nel settore settentrionale della pianura è presente il sistema di sovrascorrimenti S-vergenti che costituiscono la continuazione in pianura delle Prealpi Lombarde. Nella fascia meridionale si ha invece un pronunciato sistema di embricazione N-vergente che costituisce l'avanfossa essenzialmente pliocenica dell'Appennino settentrionale.

I due sistemi entrano in collisione nella parte mediana della pianura; il fronte settentrionale è inquadrabile all'interno dei sistemi di deformazione del Miocene medio-superiore, quello meridionale è essenzialmente pliocenico. A partire dalla fine del Pleistocene inf. entrambi i margini del Bacino Padano sono in sollevamento in seguito alla formazione di un bacino flessurale più simmetrico.

Nel bresciano, dalla sponda occidentale del Garda fino ai dintorni di Brescia, le strutture di maggiore risalto morfo-strutturale sono quelle NNE-SSW del Sistema delle Giudicarie, nonché le più antiche linee ad orientamento dinarico (NW-SE) e valsuganese (circa E-W), talora riattivate. Le strutture distensive più recenti sembrano essere attribuibili in ogni caso alle fasi di sollevamento plio-pleistocenico, con direzioni prevalenti NE-SW e NW-SE.

A livello strutturale la zona di Brescia, localizzata all'interno della cintura di deformazione dei sistemi della Valsugana e Val Trompia (circa E-W) e delle Giudicarie (NNE-SSW), si differenzia nettamente dall'area veronese, collocata all'esterno della stessa cintura sul bordo di una zona più rigida, tabulare e omoclinale.

Sebbene siano aree inserite in un contesto strutturale differente, l'attività sismica storica sia attorno a Verona che a Brescia documenta un legame tra i due settori.

La localizzazione dell'attività sismica nelle Prealpi si concentra lungo il margine della pianura e nelle fasce immediatamente adiacenti la zona pedemontana, propagandosi da questa verso N, nella zona gardesana (vedi Figura 1).

Al contrario, la zona del nucleo della catena, del massiccio dell'Adamello, la zona del Lineamento Insubrico sono totalmente prive di attività sismica significativa e ancor meno sono attivi i nuclei strutturali più interni della catena nordalpina adiacente.

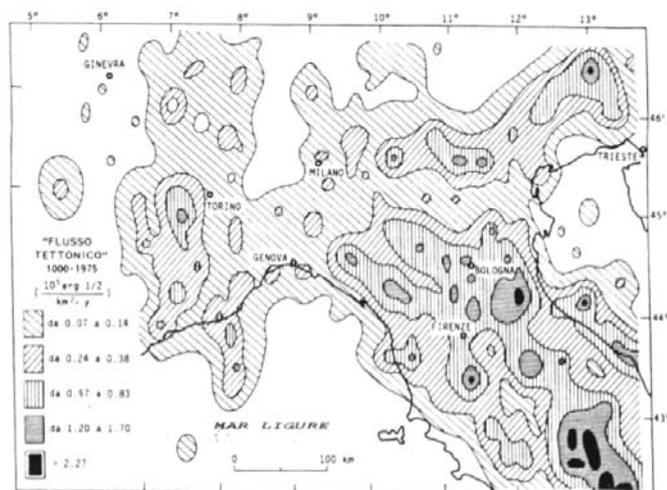


Figura 1 – “Flusso tettonico” medio (energia prodotta dai terremoti che attraversa l’unità di superficie nell’unità di tempo), valutato per gli ultimi 1000 anni nell’Italia settentrionale e in Lombardia. (Cattaneo et al., 1978)

La più importante area tettonica “sorgente” è rappresentata dall’area tirrenica e dalla zona appenninica interna, che sono state sottoposte a processi distensivi dal Miocene superiore in poi. A questa si associa lo spostamento della placca africana verso N al ritmo di circa 1 cm/anno.

L’effetto di questi due meccanismi si esprime soprattutto lungo i limiti dei grandi domini morfostrutturali, come la zona pedemontana compresa tra la Pianura Padana e le Prealpi.

Secondo alcuni autori la localizzazione morfostrutturale comune dell’area di Verona e di Brescia rispetto al campo tensionale residuo in atto sarebbe dunque la causa principale della sismicità di queste due zone. Più recentemente la relativamente elevata sismicità del territorio bresciano è stata interpretata come indicativa di una consistente attività neotettonica nella zona. Pur mancando uno studio che ricostruisca su vasta scala e in maniera soddisfacente i movimenti neotettonici nell’area bresciana, alcuni lavori di dettaglio permettono di delineare un primo quadro interpretativo.

In particolare la corrispondenza e la connessione tra le strutture geologiche e le zone sismicamente attive dimostrerebbero come siano ancora in atto movimenti tettonici connessi all’orogenesi alpina. Molti autori ritengono infatti che la maggior parte delle superfici tettoniche segnalate nella letteratura geologica rivestano un’elevata e significativa importanza nel quadro sismotettonico generale. Ciò è confermato dall’ubicazione degli ipocentri sismici del bresciano, posti in corrispondenza della parte più pellicolare della crosta (tra i 5 e i 15 km).

Oltre ai movimenti lineari che si possono verificare lungo superfici di discontinuità preesistenti e che portano a classificare le faglie e le superfici tettoniche come attive, si sviluppano anche movimenti areali di carattere neotettonico.

A tal proposito le strutture delineatesi a partire dal Pleistocene inf. possono costituire una sorgente sismogenetica, lungo le più recenti direzioni NE-SW e NW-SE o riattivando i sistemi già delineatisi nel neogene, riutilizzando le antiche superfici di sovrascorrimento e i loro frequenti svincoli trasversali.

I dati di letteratura attribuiscono ai sistemi distensivi descritti una valenza superficiale, non superando i 10 km di profondità. E’ possibile che a livelli strutturali più profondi l’edificio della

catena sia ancora influenzato da processi collisionali subduttivi. Sebbene sia ritenuta possibile la coesistenza di eventi sismici con caratteri compressivi in profondità che passino a sismi legati a distensione in superficie, non è stato tuttora elaborato un modello geodinamico che tenga conto in modo soddisfacente della coesistenza tra contrazione e distensione.

3.2 Sismicità storica

L'area bresciana è stata interessata in epoca storica a partire dall'anno 1000 da eventi sismici, riportati nel catalogo del C.N.R. (vedi Tabella 1). In particolare si segnalano eventi sismici con epicentro nel bresciano ovvero i cui effetti si sono risentiti nel territorio.

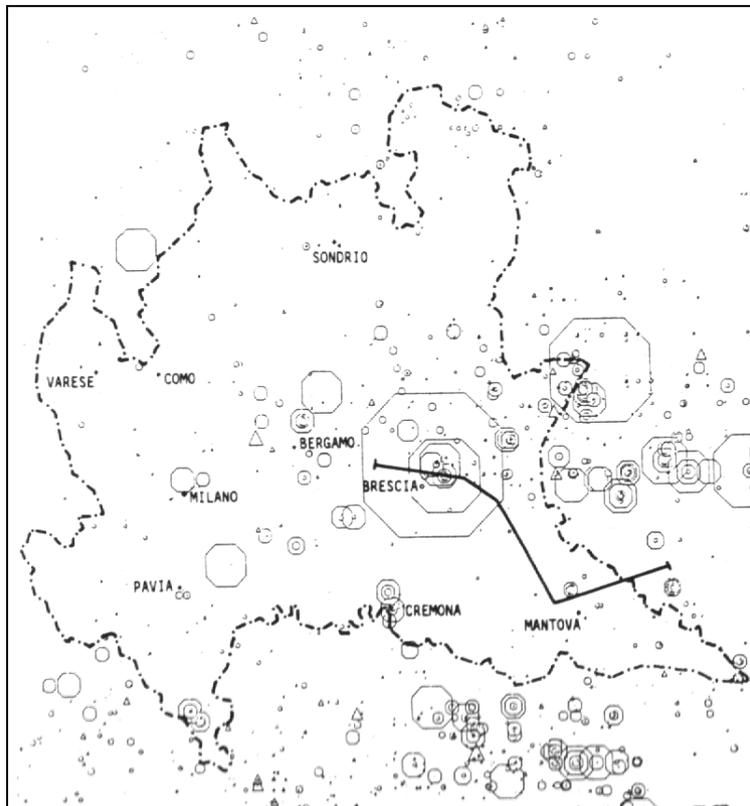


Figura 2 – Terremoti segnalati in Lombardia dall'anno 1000 al 1984. La dimensione dei poligono è proporzionale alla magnitudo dei sismi. (tratto da A.A.V.V. "Guide Geologiche Regionali -Alpi e Prealpi Lombarde-11 itinerari", 1990)

Il terremoto di magnitudo più elevata è segnalato nel 1222 ($M=6.8$, attualmente oggetto di revisione) con epicentro nel bresciano; nel secolo scorso sono i terremoti con epicentro a Salò che hanno fatto segnare i valori di magnitudo più elevati (1901 $M=4.9$ e 1932 $M=5.2$). Si segnala il terremoto con epicentro a Gussago (1894 $M=4.7$).

Le aree più frequentemente interessate da eventi sismici, come illustrato in Figura 2, sono quella gardesana e della città di Brescia. Terremoti con effetti significativi anche nell'area bresciana

possiedono epicentro prevalentemente nel veronese. Anche l'evento sismico localizzati in Friuli e quelli recenti nella regione dinarica hanno prodotto un certo risentimento nell'area bresciana.

Tabella 1 – Eventi sismici inclusi nel Cat. C.N.R. con epicentro nel Bresciano fino al 1985

I. Eventi sismici inclusi nel Cat. C.N.R., con epicentro nel Bresciano											
Anno	M	G	H	"	Lat.	Long.	I	M	Tav.Igm	Epicentro	
1064	4	11	-	-	45°32'	10°12'	VIII	5.2	47 IV SE	Travagliato	
1964	4	11	11	-	45°30'	10°15'	VII	4.7	47 II NO	Castenedolo	
1197	-	-	-	-	45°32'	10°14'	IX	5.7	47 I SO	Bresciano	
1222	12	25	11	-	45°32'	10°12'	XI	6.8	47 IV SE	Bresciano	
1249	7	25	2	-	45°30'	9°15'	VII	4.7	45 II NO	Lombardia	
1471	8	15	21	-	45°32'	10°13'	VI	4.1	47 I SO	Brescia	
1471	-	-	-	-	45°32'	10°13'	V/VI	3.9	47 I SO	Brescia	
1540	9	1	-	-	45°32'	10°13'	VI	4.1	47 I SO	Brescia	
1799	27	3	-	-	45°10'	10°30'	V	3.6	48 II NO	Desenzano	
1799	5	29	19	-	45°10'	10°30'	VI/VII	4.4	48 II NO	Desenzano	
1839	8	9	8	45	-	45°30'	10°10'	VI	4.1	47 II NE	Bagnolo Mella
1857	1	31	18	10	-	45°45'	10°28'	V	3.6	35 II SO	Idro
1857	2	1	23	12	-	45°45'	10°28'	VII	4.7	35 II SO	Idro
1879	1	7	-	-	45°42'	10°40'	V	3.6	35 II SE	Gargnano	
1879	1	14	6	45	-	45°42'	10°40'	VII	4.7	35 II SE	Gargnano
1879	1	14	6	50	-	45°42'	10°40'	V/VI	3.9	35 II SE	Gargnano
1879	1	14	6	55	-	45°42'	10°40'	VII	4.7	35 II SE	Gargnano
1879	1	26	-	-	45°42'	10°40'	V	3.6	35 II SE	Gargnano	
1879	3	-	-	-	45°42'	10°40'	V	3.6	35 II SE	Gargnano	
1879	4	-	-	-	45°42'	10°40'	V	3.6	35 II SE	Gargnano	
1879	6	-	-	-	45°42'	10°40'	V	3.6	35 II SE	Gargnano	
1887	10	1	-	-	45°45'	10°45'	VII	4.7	35 II SO	Tremosine	
1894	11	27	5	7	55	45°38'	10°6'	VII	4.7	47 IV NE	Gussago
1897	5	20	0	1	-	45°36'	10°31'	IV/V	3.3	48 IV NO	Salò
1898	11	16	13	53	0	45°36'	10°31'	VI	4.1	48 IV NO	Salò
1900	1	18	17	15	-	45°33'	10°27'	IV/V	3.3	47 I SE	Bedizzole
1900	3	11	21	-	45°50'	10°29'	V/VI	3.9	35 II NO	Bagolino	
1901	10	30	14	49	58	45°36'	10°31'	VII/VIII	4.9	48 IV NO	Salò
1901	11	8	16	40	-	45°36'	10°25'	IV/V	3.3	47 I NE	Gavardo
1903	5	29	7	30	-	45°42'	10°40'	V/VI	3.9	35 II SE	Gargnano
1904	7	3	6	7	20	45°38'	10°2'	V	3.6	45 IV NO	Iseo
1905	12	6	19	30	-	45°50'	10°28'	IV/V	3.3	35 II NO	Bagolino
1905	12	10	-	-	45°55'	10°10'	VII	4.7	34 I NO	Breno	
1909	6	3	0	49	3	45°42'	10°34'	V	3.6	35 II SO	Idro
1916	9	25	23	45	-	45°36'	10°31'	IV/V	3.3	48 IV NO	Salò
1918	7	19	19	3	-	45°36'	10°31'	IV	3.1	48 IV NO	Salò
1919	11	23	1	50	-	45°33'	10°15'	IV/V	3.3	47 I SO	Brescia
1931	4	14	22	12	52	45°48'	10°24'	VI/VII	4.5	34 II NE	Collio
1932	2	19	12	57	11	45°36'	10°30'	VIII	5.2	48 IV NO	Salò
1932	2	20	5	3	9	45°30'	10°30'	V	3.6	48 II NO	Desenzano
1934	3	23	1	46	50	45°48'	10°6'	V/VI	4.3	34 II NE	Pisogne
1936	10	18	2	50	-	45°36'	10°31'	IV/V	3.3	48 IV NO	Salò
1947	12	25	20	42	34	45°42'	10°12'	VI	4.1	34 II SE	Gardone V.T.
1950	11	2	16	51	12	45°47'	10°40'	V	3.6	35 II NE	Vaivestino
1951	2	25	1	51	54	45°56'	10°17'	IV/V	3.3	34 I NO	Breno
1952	5	3	20	56	45	45°30'	10°24'	V	3.6	47 II NE	Calcinato
1964	7	23	3	54	48	45°54'	10°12'	V	3.6	34 IV SE	Darfo-Boario
1970	1	3	23	44	19	45°28'	10°9'	?	3.6	47 II NE	Bagnolo Mella
1970	4	19	18	16	32	45°39'	10°27'	VI	4.1	47 I NE	Gavardo
1974	5	19	13	20	12	45°36'	10°18'	IV/V	3.3	47 I NO	Lumezzane

Più di recente si sono verificati altri eventi, seppure di magnitudo non elevata, con epicentro nel Bresciano (Area sebina e area gardesana meridionale).

Si segnala infine per intensità l'evento sismico verificatosi il 24/11/04, con magnitudo 5.2 e con epicentro nell'immediato entroterra di Salò.

3.3 Normative Sismiche – Valori di a_g

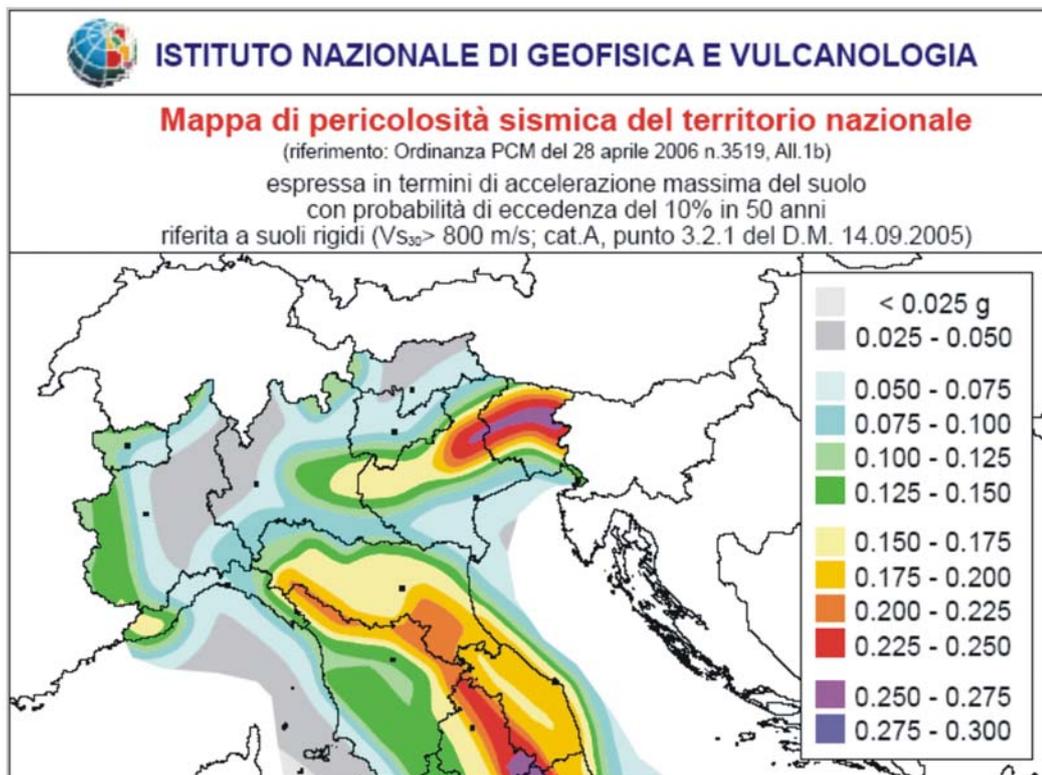
La normativa sismica (D.M. 16 Gennaio 1996) in Italia, anteriormente al Marzo 2003, suddivideva il territorio nazionale in tre categorie di pericolosità (elevata, media e bassa). Per ciascuna categoria sono assegnati un grado di sismicità (S) ed un coefficiente di intensità sismica ($C=(S-2)/100$). Lo spettro di progetto $S_a(T)$ si ottiene moltiplicando il coefficiente C (pari a 0.10g - 0.07g - 0.04g in ordine decrescente di pericolosità sismica) per una forma spettrale $R(T)$ indipendente dalle condizioni del sottosuolo. Queste normative sismiche non tengono conto del ruolo del terreno sulla modifica di forme ed ordinate spettrali, se non con la moltiplicazione dello spettro per il coefficiente di fondazione ε che di regola è unitario, salvo che per “terreni particolarmente compressibili” per i quali si consiglia di incrementare ε fino a 1.3.

L’Ordinanza PCM n° 3274 del 20/03/03 e Norme Tecniche allegate, che inserisce il territorio di Lonato del Garda in zona sismica 3, fa riferimento a metodologie più recenti in cui il moto sismico è caratterizzato anche in relazione alle condizioni locali. In tale direzione si è già mosso l’Eurocodice 8 (EC8) che stabilisce le regole per il progetto e la costruzione di strutture in zona sismica per i paesi membri della Comunità Europea. Secondo l’EC8, come anche secondo l’OPCM 3274/03, i territori nazionali vengono suddivisi in zone sismiche in funzione della pericolosità locale, descritta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa alla superficie di un sito rigido di riferimento (a_g). I valori di accelerazione massima fissati nella nuova ordinanza per le zone 1, 2, 3 e 4 (rispettivamente 0.35g - 0.25g - 0.15g - 0.05g) recepiscono la proposta del G.N.D.T. (1985) e risultano maggiori di quelli della precedente normativa. La normativa allegata all’OPCM 3274/03 richiede alle Regioni di eseguire la valutazione di a_g sul proprio territorio e quindi di assegnarli ad una delle zone della nuova classificazione.

La Regione Lombardia con D.G.R. 7/14964 del 7/11/03 ha fornito alcune disposizioni preliminari per l’attuazione dell’OPCM 3274/03, confermando la classificazione dei territori comunali lombardi riportata nell’Ordinanza e l’adeguamento alle norme tecniche allegate.

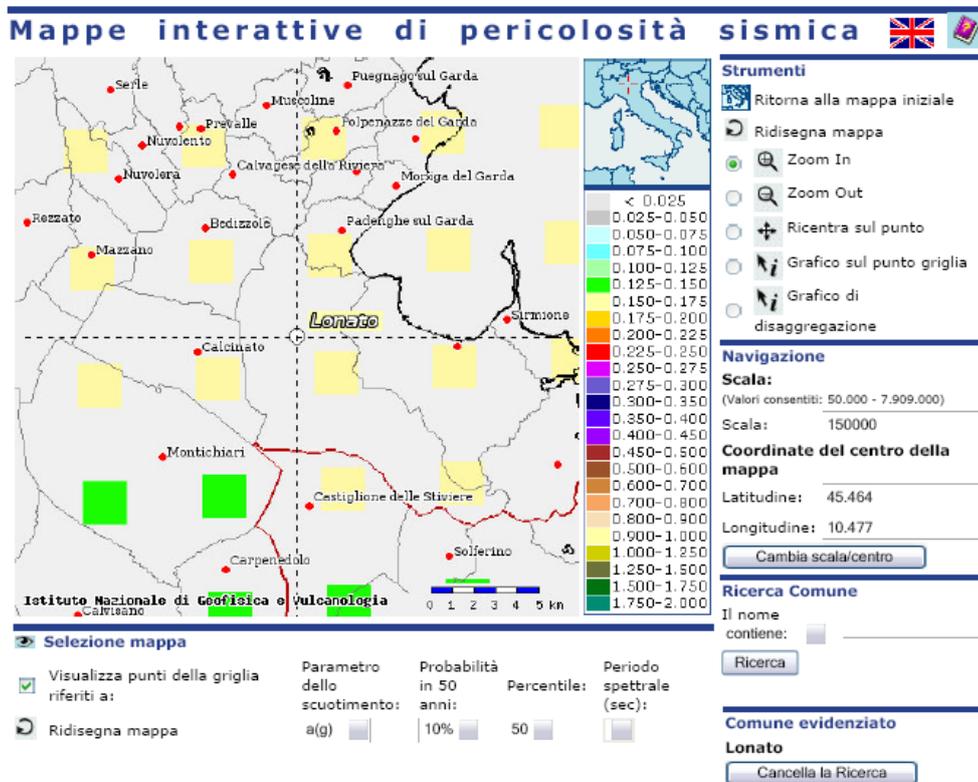
In ogni caso la normativa sismica ed i parametri relativi a ciascun territorio risultano in veloce e continua revisione, soprattutto nell’ambito della convenzione tra INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e DPC (Dipartimento Protezione Civile) che prevede l’assistenza per il completamento e la gestione della “mappa di pericolosità sismica” prevista dall’OPCM 3274.

Già l'Ordinanza PCM 3519 del 27/04/06 fornisce una revisione dei valori di a_g sul territorio nazionale ed inserisce il territorio di Lonato del Garda in zona sismica 2, ed in particolare nella sottozona caratterizzata da valori di a_g compresi tra 0.150 e 0.175 (accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).



Più recentemente nell'ambito della revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) sono state adottate le stime di pericolosità sismica del progetto S1, concludendo il percorso iniziato nel 2003. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantengono una funzione prevalentemente amministrativa. La Regione Lombardia ha stabilito nella D.G.R. n°8/7374 del 28/05/2008 (punto 1.4.3) che "la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'OPCM 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria" e specifica altresì che "ai sensi del D.M. 14/01/2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'All. B al citato D.M.". I dati riportati nell'All.B del D.M. 14/01/2008 coincidono per lo più con quelli riportati nell'Ord. 3519/2006, e sono in ogni caso determinabili mediante le coordinate geografiche e l'utilizzo di programmi applicativi, quali "Spettri-NTC ver.1.0.3" (vedi paragrafi successivi).

Si forniscono in proposito i dati di pericolosità sismica riportati sul link <http://zonesismiche.mi.ingv.it> relative al sito d'interesse:



Con l'entrata in vigore del nuovo Testo Unico, che definisce con D.M. 14/01/08 le "Norme Tecniche per le Costruzioni", è divenuto vigente l'obbligo di eseguire la progettazione in prospettiva sismica in tutte le aree classificate in zona sismica. Tuttavia le stesse NTC/08, per siti ricadenti in zona sismica 4, ammettono metodi di calcolo previsti dalle normative precedenti (Cap. 2.7 del D.M. 14/01/08 - Verifiche alle Tensioni Ammissibili secondo il D.M. 14/02/92, il D.M. 20/11/87 ed il D.M. 11/03/88) per costruzioni di tipo 1 e 2 e per Classi d'Uso I e II; si prescrive che in tal caso le azioni sismiche debbano essere valutate secondo il D.M. 16/01/1996, assumendo pari a 5 il Grado di sismicità S.

Spetta in ogni caso al Progettista la definizione delle normative cui risulta assoggettato l'intervento di progetto.

Nel caso in cui fosse ammissibile la progettazione secondo le vecchie normative sismiche si potrà tener conto di valori di a_g correlabili alla III categoria sismica. In tal caso la normativa sismica, ai sensi del D.M. del 16/01/96, prevede un valore di $a_g = 0.04 g$.

4. CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA

Le metodologie ed i risultati dei dati acquisiti sono finalizzati alla definizione dei seguenti punti:

- verifica della presenza ed, eventualmente, dello spessore dei materiali di riporto superficiali;
- riconoscimento della natura litologica dei materiali di riporto e dei terreni presenti;
- verifica delle modalità di circolazione idrica sotterranea;
- caratterizzazione geotecnica preliminare dei terreni di fondazione;
- caratterizzazione chimica dei materiali di riporto eventualmente presenti.

Le indagini sono state eseguite dalla ditta GEORGTESTING s.r.l. secondo le prescrizioni e gli oneri contenuti nelle raccomandazioni A.G.I. (1977) ed alla presenza costante del geologo.

Nell'ubicazione dei punti d'indagine si è tenuto conto dell'assetto geologico-geomorfologico dei luoghi e della contemporanea esecuzione delle trincee esplorative finalizzate all'indagine archeologica. In particolare il riscontro della presenza di depositi glaciali/depositi di contatto glaciale, "naturali" ed a buone caratteristiche geotecniche presso il settore occidentale ha consigliato di concentrare le indagini presso il settore orientale del lotto, area di possibile affioramento di depositi fluvioglaciali fini e/o materiali di riporto/terreni rimaneggiati.

I dati derivanti dai sondaggi, riassunti nelle stratigrafie allegate, sono riferiti al piano campagna esistente al momento di realizzazione delle indagini; la Committenza, per mezzo dei Tecnici incaricati delle indagini archeologiche, hanno altresì proceduto alla "battuta topografica" della quota iniziale e dell'ubicazione planimetrica di ciascun punto d'indagine.

4.1 Sondaggi a carotaggio continuo ed interpretazione dei dati

Sono stati eseguiti **n. 3 sondaggi a carotaggio continuo** mediante perforatrice idraulica montata su cingolato (mod. Beretta T41), e tecnica di avanzamento con carotiere semplice (diametro 101 mm) e di tubi di rivestimento (diametro 127 mm).

I sondaggi sono stati eseguiti con recupero del 100% dei materiali attraversati a partire dal p.c. esistente e secondo le seguenti profondità:

Sondaggio	Quota inizio foro (rif. rilevato stato di fatto)	Profondità raggiunta
S1	134,921 m	-18,00 m dal p.c.
S2	135,488 m	-6,00 m dal p.c.
S3	134,516 m	-10,00 m dal p.c.

In avanzamento con la perforazione, a differenti quote, sono state eseguite complessivamente **n. 12 prove S.P.T.** con maglio a sganciamento automatico. La stratigrafia ricostruita è rappresentativa dei terreni della zona ed in particolare del sito d'interesse, testimoniandone la marcata variabilità laterale.

Ciascun sondaggio risulta infatti esemplificativo di ambiti differenziati:

- **Sondaggio S1 – Ambito di piana fluvio-glaciale probabile oggetto di escavazione**

Il sondaggio S1 si colloca presso l'angolo di NE del lotto d'interesse, entro il settore maggiormente depresso.

La stratigrafia del sondaggio è caratterizzata da uno spessore significativo di **terreno presumibilmente rimaneggiato (Unità R)**, rappresentato dapprima, fino a -2,45 m dal p.c., da limi sabbioso-argillosi mediamente addensati di colore da beige a giallo ocra (Sottounità R1 → N_{spt} caratteristico 12) e quindi, fino a -7,60 m dal p.c., da argilla con limo talora debolmente sabbiosa, priva di consistenza di colore grigio (Sottounità R2 → N_{spt} caratteristico 1-2 e Pocket Penetrometer tra 0,2 e 0,5 kg/cmq). Questa unità risulta da umida a bagnata (R1) a molto umida (R2).

Seguono, fino a -16,40 m dal p.c., argille con limo dapprima, fino a circa -12,00 m dal p.c., da scarsamente a mediamente consistente (→ N_{spt} caratteristico 4 e Pocket Penetrometer tra 0,5 e 1,0 kg/cmq) colore grigio scuro e quindi mediamente consistente (→ Pocket Penetrometer tra 1,0 e 1,3 kg/cmq); questa **unità appare di dubbia attribuzione (unità A/R)** in quanto potrebbe essere correlata a **terreno autoctono (depositi fluvio-glaciali fini di depressione intermorenica) ovvero a terreno rimaneggiato** (soprattutto fino a -12,00 m dal p.c.). Questa unità si presenta molto umida.

Si sottolinea che i terreni presumibilmente rimaneggiati riscontrati hanno comunque origine naturale e non risultano, in nessun caso, riconducibili a materiali non naturali (rifiuti, ecc.)

Il **substrato autoctono (unità A)** “certo” è presente oltre -16,40 m dal p.c. e risulta costituito prevalentemente da ghiaia con limo sabbiosa, molto addensata, correlabili probabilmente a **depositi glaciali (Sottounità A3 → N_{spt} caratteristico >50)**. Questa unità risulta da bagnata a molto umida.

- **Sondaggio S2 – Ambito di bordo morenico**

Il sondaggio S2 si colloca presso la porzione orientale del lotto d'interesse, entro la fascia pedecollinare.

La stratigrafia del sondaggio è caratterizzata da presenza di **terreno autoctono (unità A)** subito al di sotto della coltre vegetale, a partire da -0,45 m dal p.c.; si riscontrano dapprima sabbie con ghiaie ed a tratti sabbie e ghiaie, con limo, e con ciottoli da sub-angolari a sub-arrotondati, da mediamente addensati ad addensati di colore nocciola-beige (**Depositi Glaciali/Depositi di contatto glaciale – Sottounità A1 → N_{spt} caratteristico 28**) e quindi, a partire da -3,60 m dal p.c., ghiaie con sabbia e con limo, addensate, di colore grigio-beige (**Depositi Glaciali – Sottounità A3 → N_{spt} caratteristico 40**). Questa unità risulta asciutta.

- **Sondaggio S3 – Ambito di dosso morenico “spianato”**

Il sondaggio S3 si colloca presso l'angolo di SE del lotto d'interesse, in corrispondenza di un dosso collinare “spianato” dall'erosione o dall'attività antropica.

La stratigrafia del sondaggio è caratterizzata da presenza di **terreno autoctono (unità A)** subito al di sotto della coltre vegetale/terreno rimaneggiato, a partire da -0,95 m dal p.c.; si riscontrano dapprima limi argillosi debolmente limosi, mediamente consistenti, di colore giallo-ocra-beige con screziature di colore grigio (**Depositi Glaciali/Depositi Fluvioglaciali – Sottunità A2** → N_{spt} caratteristico 17) e quindi, a partire da -7,00 m dal p.c. da ghiaie sabbioso-limose, con ciottoli da sub-angolari a sub-arrotondati da addensate a molto addensate di colore beige. (**Depositi Glaciali- Sottunità A3** → N_{spt} caratteristico >50). La sottunità A2 risulta asciutta, mentre la sottunità A3 si presenta da molto umida a bagnata.

Per un maggior dettaglio nella descrizione della stratigrafia dei sondaggi si rimanda al relativo allegato. Per quanto concerne una più precisa ricostruzione dei rapporti tra unità si rimanda alle sezioni geologico-geotecniche interpretative.

4.2 Prove penetrometriche dinamiche standard (DPHS-SCPT) – Modello Stratigrafico

Metodologia – Acquisizione dati

Sono state eseguite **n. 7 prove penetrometriche dinamiche standard**, mediante penetrometro DPHS “Pagani” TG 63/200, con avanzamento delle aste ogni 30 cm.

La prova penetrometrica dinamica, DPHS-SCPT, è una prova puntuale che consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio prolungabile ad una batteria di aste di diametro di 36 mm le quali possono scorrere all'interno ed alternativamente ad un rivestimento esterno, anch'esso di acciaio, avente un diametro di 48 mm. L'energia di infissione è fornita da un maglio del peso di 73,0 kg che cade da un'altezza costante di 75,0 cm, per mezzo di un dispositivo di sganciamento automatico compiendo per ogni battuta un lavoro specifico pari a 234 kJ/mq. Nel corso della prova si rileva il numero di colpi necessari per la penetrazione di 30 cm della punta ed alternativamente del rivestimento. La diffusione di questo tipo di prova e la sua standardizzazione consentono di ottenere una soddisfacente caratterizzazione dei terreni indagati ed un'interpretazione dei fondamentali parametri geotecnici, attraverso l'utilizzo delle principali correlazioni presenti in bibliografia.

Dal valore di N_{SCPT} (numero di colpi per 30 cm di infissione delle aste) può essere ricavato il corrispondente valore di $N_{S.P.T.}$ mediante la relazione:

$$N_{DPHS} = C * N_{S.P.T.}$$

Il coefficiente C, assunto in questo caso pari a 0.6, è un fattore dipendente dalla litologia dei terreni e dall'attrezzatura utilizzata.

Interpretazione dei Dati

Le prove, la cui ubicazione è riportata nella planimetria in allegato, sono state spinte a una profondità massima di -16,80 m rispetto al p.c. risultando sufficientemente rappresentative dei terreni presenti e degli ambiti già individuati mediante i sondaggi a carotaggio continuo. L'andamento delle prove è quindi riferito al p.c. ed è riassunto nei diagrammi allegati.

- **Prove P1-P2-P4 - Ambito di piana fluvioglaciale probabile oggetto di escavazione (fino a circa -12/-15 m dal p.c.).**

Si evidenzia in tutti i punti d'indagine la presenza di **terreno presumibilmente rimaneggiato (Unità R) dapprima da scarsamente a mediamente addensato** (sottunità R1 → N_{spt} caratteristico 8-17) e quindi, a partire da -2,40/-3,90 m dal p.c., scarsamente consistente (sottunità R2 → N_{spt} caratteristico 2-5). La base di questa unità può essere "stimata" a circa -6,00/-8,10 m dal p.c.

Seguono **unità di dubbia attribuzione: autoctone (depositi fluvioglaciali fini di depressione intermorenica) o rimaneggiate da scarsamente a mediamente addensate (Unità A/R → N_{spt} caratteristico 7-10)** fino alla profondità di circa -12,30/-15,00 m dal p.c.

Tutte le prove, oltre -12,30/-15,00 m dal p.c. hanno quindi raggiunto il **substrato autoctono (Unità A)** riferibile presumibilmente ai **Depositi Glaciali/Fluvioglaciali (sottunità A3 → N_{spt} caratteristico >40-50)**.

- **Prova P6 - Ambito di piana fluvioglaciale probabile oggetto di escavazione (non superiore a circa -6,00 m dal p.c.).**

Si evidenzia la presenza di **terreno presumibilmente rimaneggiato (Unità R) da scarsamente a a mediamente addensato** (sottunità R1 → N_{spt} caratteristico 13-17) fino a circa -3,90 m dal p.c.

Seguono **unità di dubbia attribuzione autoctone (depositi fluvioglaciali fini di depressione intermorenica) o rimaneggiate (Unità A/R → N_{spt} caratteristico 5-7)** fino alla profondità di circa -6,00 m dal p.c..

La prova, oltre -6,00 m dal p.c. ha quindi raggiunto il **substrato autoctono (Unità A)** riferibile presumibilmente ai **Depositi Glaciali/Fluvioglaciali da mediamente addensati ad addensati (sottunità A2 → N_{spt} caratteristico 12-13, fino a -7,30, e quindi 40-50)**.

- **Prova P5 - Ambito di piana fluvioglaciale**

Si evidenzia la presenza, al di sotto di una coltre vegetale/rimaneggiata limitata (spessore < 0,60 m), di **terreno autoctono (Unità A) riferibili a depositi fluvioglaciali grossolani da mediamente addensati ad addensati (Sottunità A4 → N_{spt} caratteristico 12-25, fino a -4,80 m dal p.c. e quindi >30-40)**.

- **Prova P3 e P7 - Ambito di bordo morenico**

Si evidenzia la presenza, al di sotto di una coltre vegetale/rimaneggiata limitata (spessore < 1,80 m), di terreno autoctono (Unità A) riferibili a depositi glaciali/contatto glaciale da mediamente addensati ad addensati (Sottunità A1 → N_{spt} caratteristico 17-30, fino a -3,30 m dal p.c. e quindi >30-40).

4.3 Piezometri

Durante l'avanzamento della perforazione dei sondaggi a carotaggio continuo denominati S1 e S3 ed in tutti i fori di prova SCPT sono stati posti in opera piezometri in PVC, del diametro di 1/2", per la misura del livello piezometrico della falda freatica (*) o falda confinata (**).

In data 23 Settembre c.a. è stata verificata l'eventuale presenza d'acqua entro i piezometri e, laddove possibile, la misura del livello piezometrico. Si riassumono nella tabella seguente i dati raccolti:

Piezometro	Profondità (m)	Quota bocca pozzo (m rif. rilievo stato di fatto)	Soggiacenza (m dalla quota d'inizio foro) in data 23/09/2011
S1	18 (fessurato da 0,00 da m a -12,00 m)	134,921	-1,10 (*)
S3	9	134,516	-5,80(**)
P1	6	134,770	-1,15 (*)
P2	6	134,768	-1,00 (*)
P3	6	135,279	Asciutto
P4	6	134,539	-1,00 (*)
P5	6	134,896	-1,65 (*)
P6	6	134,870	-1,10 (*)
P7	6	134,662	Asciutto

La presenza di circolazione d'acqua superficiale e le modalità riscontrate risultano, comunque, in accordo con l'assetto idrogeologico dell'area (vedi paragrafi precedenti) e confermano la possibile presenza di falde freatiche molto superficiali (soggiacenza pari a 1-2 m dal p.c.), entro l'ambito di piana fluvioglaciale, e di falde sospese, confinate e poste a profondità superiore a 6/7 m dal p.c., entro l'ambito glaciale.

4.4 Indagini Sismiche – Dati Sismostratigrafici

Al fine di verificare il comportamento sismico dei terreni è stata condotta una specifica indagine per determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo. In particolare è stato eseguito **uno stendimento di sismica multicanale** con acquisizione delle onde superficiali, anche a bassa frequenza, ed analisi dei dati mediante metodologia MASW, finalizzato alla definizione della velocità di propagazione delle onde s nei primi 30 m di profondità dal p.c. (V_{S30}), come richiesto dalla normativa vigente.

Metodologia - Acquisizione dati

L'acquisizione dei dati è avvenuta secondo le modalità “*common-shot gathers*”, utilizzando strumentazione “Geometrics” costituita da un sismografo modulare GEODE 3-1000 a 24 canali, con collegati 24 geofoni verticali GEOSPACE (GS11D) con frequenza di 4,5 Hz e puntale da 3”. L'energizzazione è stata ottenuta mediante massa battente, collocata all'esterno dello stendimento dei geofoni.

E' stata quindi utilizzata la procedura di analisi MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*); i dati acquisiti sono stati elaborati mediante il software winMASW (creato dalla Eliosoft-Università degli Studi di Trieste).

Il risultato finale è la determinazione, in corrispondenza di ciascuno stendimento sismico del **profilo verticale medio della V_S** (velocità delle onde di taglio).

La procedura di analisi MASW utilizza la propagazione nel sottosuolo delle onde di superficie. Infatti le onde di Rayleigh (o di superficie) in un mezzo non stratificato si propagano in maniera lineare in funzione della distanza del geofono, al contrario in un mezzo stratificato subiscono il fenomeno della dispersione.

La curva di dispersione permette quindi di determinare le caratteristiche del sottosuolo. La velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda (λ , quindi frequenza, è infatti influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino ad una profondità di $\lambda-\lambda/2$).

La velocità delle onde di Rayleigh (V_R) è correlabile alla V_S , essendo pari a circa il 90% della velocità delle onde di taglio (V_S).

Particolare attenzione nell'interpretazione dei dati deriva dalla considerazione che gli spostamenti indotti dalle onde di superficie sono correlabili a diversi *modi* (frequenze diverse), che possono sovrapporsi, soprattutto nel dominio f-k, in funzione dei seguenti fattori:

- distribuzione dell'energia tra i vari modi
- particolari conformazioni geologiche
- *array* utilizzato in fase di acquisizione.

Se avviene tale sovrapposizione, può generarsi una curva di dispersione apparente, che può risultare fuorviante in fase di interpretazione e quindi nella successiva inversione. Al fine di individuare i *modi* non correlabili alla successione stratigrafica si eseguono numerosi scoppi a distanze variabili rispetto allo stendimento. Tutte le curve di dispersione vengono quindi visionate prima di procedere al processing del *dataset* prescelto. I modi superiori, se correttamente riconosciuti, concorrono ad elaborare un modello maggiormente vincolato e non costituiscono un “disturbo”.

Tenuto conto di quanto richiesto per l'applicazione della normativa relativa alla progettazione geotecnica, si ritiene che la metodologia di analisi MASW, la cui validità tecnica e scientifica risulta

oramai consolidata, risulti pienamente idonea alla definizione dei dati richiesti. Tale scelta risulta avvalorata dalle seguenti considerazioni:

1. La percentuale di energia convertita in onde Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).
2. L'ampiezza delle *Surface Waves* dipende da \sqrt{r} e non da r come per le *Body Waves*.
3. Il metodo MASW non è limitato, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità.
4. Il metodo MASW è contraddistinto da una buona risoluzione, a differenza del metodo a riflessione.
5. La propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V_p e dalla densità, è funzione innanzitutto della V_s , parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito (categoria di suolo in base al Testo Unico).

La stima dell'andamento in profondità delle velocità V_s , mediante acquisizione sismica multicanale, viene ottenuta tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.

La procedura prevede la possibilità di considerare tanto il modo fondamentale che quelli superiori e consta di due fasi operative principali:

- Determinazione dello spettro di velocità - Individuazione delle curve di dispersione
- Determinazione dell'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s) sulla verticale - Inversione e/o *modelling* diretto della curva di dispersione

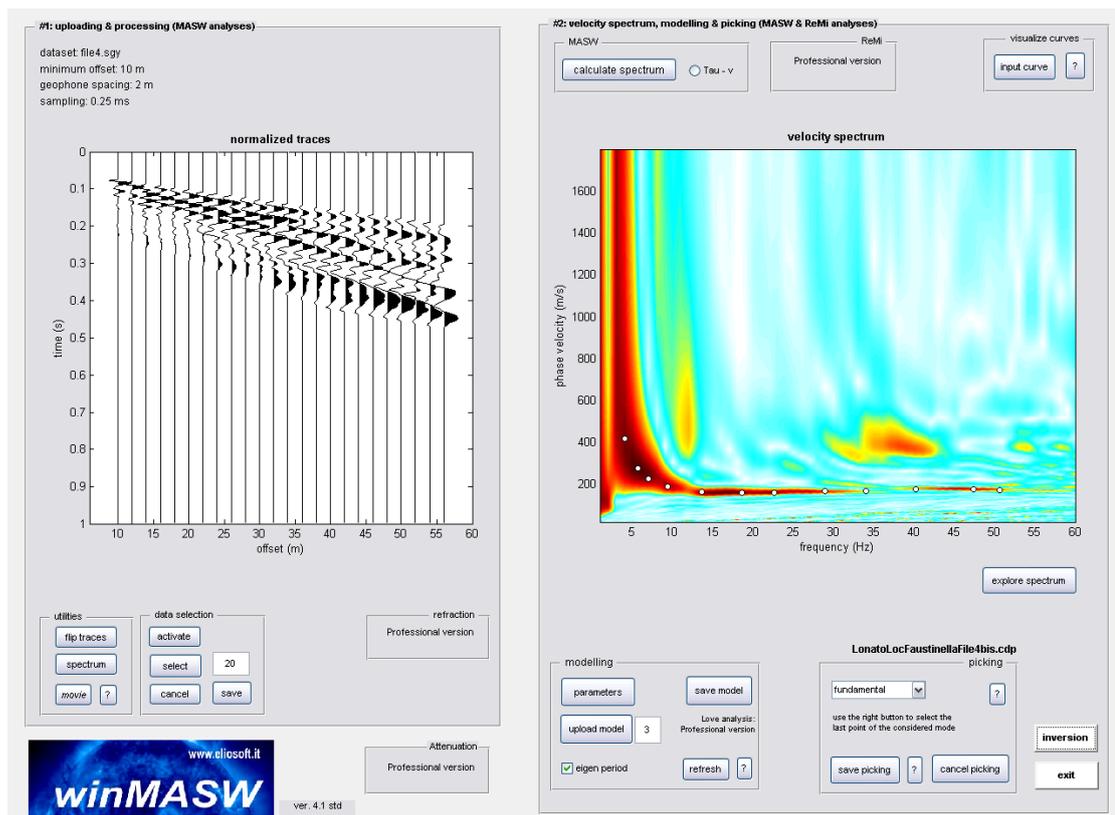
Sismostratigrafia

Vengono qui di seguito riportati i dati, le procedure ed i risultati relativi allo stendimento sismico predisposto entro l'area oggetto di studio.

L'ubicazione dello stendimento è stata scelta in funzione dell'area da indagare e delle caratteristiche geologico-geotecniche ipotizzate. L'allineamento ha previsto l'utilizzo di 24 geofoni, posti ad una distanza reciproca di 2,0 m ed una serie di scoppi esterni all'ultimo geofono con offset variabili (1-3-5-7-10-15 m) e diversa intensità di energizzazione.

Fase 1 - Determinazione spettro di velocità e picking della curva di dispersione

La prima operazione eseguita è la lettura del file acquisito in campagna (common-shot gather 4.dat). Una volta caricati i dati si procede con il calcolo dello spettro di velocità. Viene indicato come unico vincolo le massime e minime velocità e frequenze (in altri termini i limiti dello spettro di velocità).



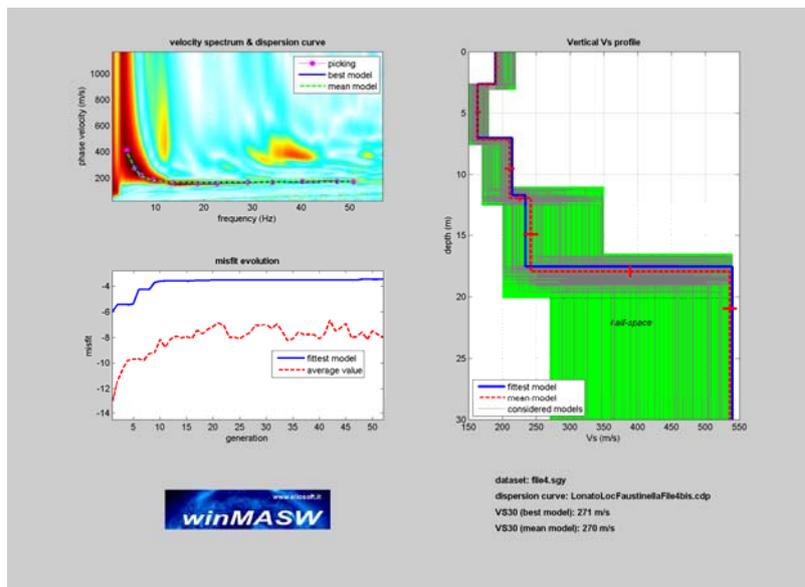
Nel caso in esame è stato individuato, mediante modellazione diretta, un modo fondamentale utilizzato per la successiva inversione della curva di dispersione.

Fase 2 - Inversione della curva di dispersione

Il secondo passo da affrontare per ottenere il profilo verticale della Vs è l'inversione della curva di dispersione precedentemente "piccata". Nel contesto in esame poiché il gradiente di velocità non subisce variazioni drastiche è valida, per determinare il possibile spazio di ricerca, la cosiddetta assunzione $\lambda/2$ (data una certa lunghezza d'onda λ si assume che la sua velocità di propagazione dipenda dalle caratteristiche del mezzo ad una profondità pari a $\lambda/2$). I limiti del search space ("spazio di ricerca" o "spazio dei parametri") prescelti sono in ogni caso piuttosto ampi.

Per l'elaborazione dei modelli di velocità è stato impostato l'utilizzo di 5 strati, compatibile con l'assetto stratigrafico del sito d'interesse e con le finalità del presente studio. Alcuni parametri genetici sono stati considerati pari a valori standard; i tassi di crossover e di mutazione sono fissati ad esempio sui valori di 0.75 e 0.1.

Dati relativi all'elaborazione dello shot 2:
dataset: file4.sgy - offset minimo (m): 10 - distanza intergeofonica (m): 2,0
campionamento (ms): 0.25 - curva di dispersione: LonatoLocFaustinellaFile4bis.cdp
Numero di individui: 40 - Numero di generazioni: 41
Numero di modelli utilizzati per il calcolo del modello medio: 52



Velocità medie stimate:

VS (m/s):	191	164	211	242	536
Deviazione standard (m/s):	2	4	7	11	10
Spessore (m):	2.7	4.5	4.8	6.0	
Deviazione standard (m):	0.1	0.0	0.2	0.5	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della Vp (m/s):	398	341	439	504	1003
Stima della densità (gr/cm ³):	1.83	1.79	1.85	1.89	2.05
Rapposto VP/VS:	2.08	2.08	2.08	2.08	1.87
Modulo di Poisson:	0.35	0.35	0.35	0.35	0.30
Modulo di Young (MPa):	180	130	223	299	1535
Modulo di Taglio (MPa):	67	48	83	111	590
Costante di Lamé (MPa):	156	112	192	258	886
Modulo di compressione (MPa):	201	144	247	332	1280

Si sottolinea che i parametri geotecnici, sopra riportati, sono riferiti a moduli dinamici e quindi a condizioni di bassa deformazione. I valori ottenuti sono stati infatti stimati in base alle deformazioni indotte nel terreno dalla propagazione delle onde sismiche. L'entità ridotta di tali deformazioni comporta alti valori dei moduli dinamici calcolati. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori stimati dovranno quindi essere idoneamente corretti tenendo conto della funzione matematica che ne regola la diminuzione in funzione dello sforzo applicato e della deformazione risultante.

Modello Medio

VS5 del modello medio: 177 m/s - VS20 del modello medio: 216 m/s
VS30 del modello medio: 270 m/s

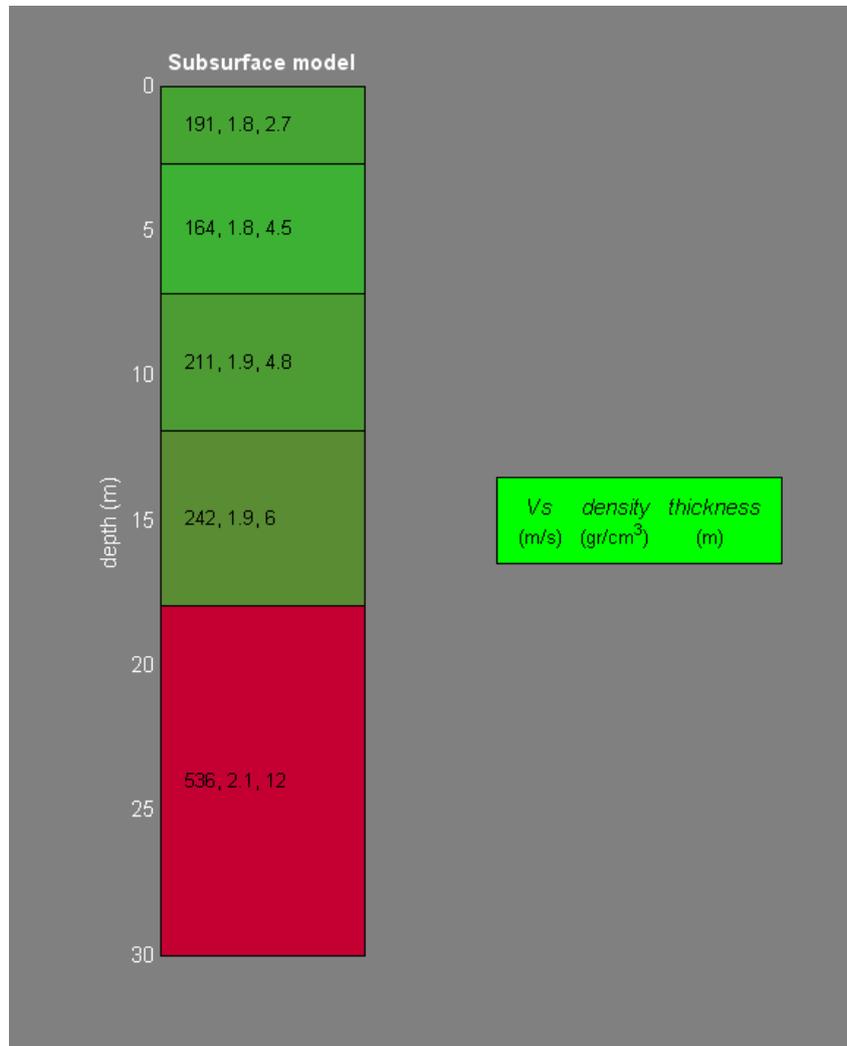
Possibile Tipo di Suolo: C (stimato esclusivamente in base ai dati sismici e sulla base del modello medio) ATTENZIONE! La classificazione del terreno è di pertinenza dell'utente, che ne deve valutare la tipologia sulla base della normativa e del profilo verticale VS.

Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale
Dott. Geol. Rosanna Lentini

Sede operativa: Viale Michelangelo , 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Tel 030 9914222 - Fax 0309140471 - cell. 3396012311
E-mail: studio.geologico@alice.it

winMASW 4.0 Software per la determinazione dello spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione secondo il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves www.eliosoft.it

Si riassume qui di seguito una sezione sismostratigrafica schematica.



5. MODELLO GEOTECNICO/GEOFISICO – SEZIONI INTERPRETATIVE

Mediante la campagna di indagine geognostica (vedi paragrafi precedenti), i rilievi geologici e la ricostruzione del modello stratigrafico è stato possibile procedere alla definizione di un modello geologico-geotecnico per il sito di progetto.

Data l'estrema variabilità riconosciuta nell'area d'interesse progettuale, per le unità geologico-geotecniche ed inerente sia il loro andamento verticale che la distribuzione areale, sono state predisposte alcune sezioni di correlazione dei dati risultanti dalle indagini.

Le sezioni, in allegato, sono state realizzate mediante uno schema interpretativo che possa permettere di valutare l'interazione di eventuali manufatti di progetto con le unità stesse e le problematiche realizzative connesse alle possibili ipotesi progettuali.

Ciascuna unità è stata definita in base al meccanismo deposizionale (formazione geologica di appartenenza) ed al numero di colpi caratteristico. Per quanto concerne la stima dei parametri geotecnici principali sono state utilizzate formule di letteratura applicate in funzione della natura litologica di ciascuna unità.

Sono state predisposte n° 2 sezioni al fine di definire l'andamento delle unità geotecniche entro il settore orientale (sez. A-A') ed i rapporti esistenti tra il settore occidentale, pedecollinare, e quello orientale, di piana/conca, (sez. B-B').

La linea sismica eseguita circa in coincidenza della sezione B-B' ha confermato lo schema interpretativo ed ha permesso di caratterizzare anche dal punto di vista geofisico le unità geotecniche riconosciute

La **sezione A-A'** mostra con grande chiarezza l'esistenza di una originaria piana fluvioglaciale/depressione intermorenica (Unità A2) che si sviluppa al di sopra di dossi morenici in parte spianati dalla stessa azione erosiva degli scaricatori fluvioglaciali. L'assetto "naturale" riscontrato nella porzione SSW della sezione, appare modificato verso NNE, laddove si evidenzia l'andamento "a conca" di unità riferibili a depositi fini (Unità R e A/R) che potrebbero, almeno in parte (unità R), essere il risultato di interventi di escavazione e successivi ricolmamenti avvenuti in tempi passati (presumibilmente parecchi decenni). In alternativa queste unità potrebbero essere correlate ad un ambito di deposizione più francamente glacio-lacustre/depressione intermorenica cui si correlano condizioni di sedimentazione di bassa energia. Il substrato morenico/depositi glaciali (unità A3) costituisce il substrato autoctono lungo tutta la sezione.

La **sezione B-B'**, evidenzia anch'essa la presenza di un ambito francamente morenico e di contatto glaciale nella fascia pedecollinare (Unità A1 e A3) nonché l'andamento dell'originaria piana fluvioglaciale/depressione intermorenica che si sviluppa, lungo questa direzione, ai piedi del cordone morenico principale. Appare possibile che lo schema interpretativo di quanto riscontrato sia riferibile ad un'originaria piana fluvioglaciale costituita dai depositi grossolani riscontrati nel sondaggio S2 e nella prova P5, nonché nella trincea 6 (Unità A4), successivamente asportati almeno fino alla quota di almeno 6-7 m (Unità R), se non fino a circa 16 m (unità A/R). In alternativa la porzione orientale sarebbe sede di un ambito di sedimentazione di bassa energia, cui si correlano depositi fini di natura

glacio-lacustre/depressione intermorenica. Il substrato morenico cui si correlano i depositi glaciali (unità A3) costituisce il substrato autoctono lungo tutta la sezione.

Procediamo quindi a descrivere l'andamento delle unità geotecniche riconosciute, dal basso verso l'alto, definendone anche le caratteristiche geotecniche principali:

UNITA' AUTOCTONE

DEPOSITI GLACIALI

I depositi glaciali (Unità A3), talora frammentati a depositi di contatto glaciale (unità A1) o a depositi fluvioglaciali (unità A2) vengono riscontrati, lungo le tracce delle sezioni, già a partire dal piano campagna (estremi SSW ed WSW delle sezioni) e quindi a profondità crescente fino ad un massimo di circa -16 m spostandosi verso NNE e ENE lungo le sezioni.

Le caratteristiche dei depositi glaciali possono essere riassunte schematicamente come segue:

Sottounità Geotecnica A3

Questa unità geotecnica corrisponde al substrato morenico progressivamente più compatto con la profondità e quindi ai depositi più francamente glaciali. Litologicamente si tratta di miscele di ghiaie, sabbie, limi ed argille. Possono essere presenti grossi ciottoli e/o trovanti di dimensioni considerevoli.

Le caratteristiche identificative di questa unità, fortemente sovraconsolidata, sono di seguito elencate:

N_{spt}	>50 colpi	N di colpi SPT
γ	20-21 kN/m ³	Peso unitario del terreno
ϕ	36°-38°	Angolo di resistenza al taglio efficace
V_s	500-540 m/sec	Velocità di propagazione delle onde S

Unità Geotecnica A1 e A2

Le unità stratigrafiche e geotecniche correlate a depositi glaciali/depositi di contatto glaciale e glaciali/fluvioglaciali sono caratterizzate da depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con subordinata frazione limosa e con ciottoli, da mediamente addensati ad addensati ovvero prevalentemente limoso-argilloso con subordinata frazione sabbiosa, mediamente addensati.

Le caratteristiche identificative di queste unità sono di seguito elencate:

N_{spt}	17-30 colpi	N di colpi SPT
γ	20-21 kN/m ³	Peso unitario del terreno sopra falda
ϕ	30°-36°	Angolo di resistenza al taglio efficace
V_s	360-500 m/sec	Velocità di propagazione delle onde S

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI

I depositi fluvioglaciali riferibili con certezza al substrato autoctono (Unità A4), sono stati riscontrati nella porzione centrale della sezione B-B', in appoggio sui depositi glaciali sottostanti, già a partire dal piano campagna; l'unità non è stata riscontrata nel settore orientale del lotto d'interesse.

Unità Geotecnica A4

Le unità stratigrafiche e geotecniche correlate a depositi fluvioglaciali sono caratterizzate da terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi mediamente addensati.

Le caratteristiche identificative di queste unità sono di seguito elencate:

N_{spt}	12-25 colpi	N di colpi SPT
γ	20-21 kN/m ³	Peso unitario del terreno sopra falda
ϕ	28°-34°	Angolo di resistenza al taglio efficace
V_s	360-500 m/sec	Velocità di propagazione delle onde S

UNITA' AUTOCTONE/RIMANEGGIATE (?)

Nel settore orientale sono presenti, al di sopra del substrato autoctono "certo", unità di dubbia attribuzione, rimaneggiati o depositi fluvioglaciali fini di depressione intermorenica, ma in ogni caso di origine "naturale". Litologicamente si tratta di argille con limo, da scarsamente a mediamente consistenti. Le caratteristiche identificative, sono di seguito elencate:

Unità Geotecnica A/R

N_{spt}	7-10 colpi	N di colpi SPT
γ	18-19 kN/m ³	Peso unitario del terreno sopra falda
c	40 - 60 kPa	Coazione non drenata
V_s	210-240 m/sec	Velocità di propagazione delle onde S

UNITA' RIMANEGGIATE

Nel settore orientale si evidenzia la presenza di **terreno presumibilmente rimaneggiato** fino alla profondità variabile di -6,00/-7,00 m dal p.c., in ogni caso di origine "naturale". Litologicamente si tratta di limi sabbioso-argillosi per lo più da scarsamente a mediamente addensati (unità R1) e quindi da argille con limo, talora debolmente sabbiose da prove di consistenza a scarsamente consistenti.

Le caratteristiche identificative, sono di seguito elencate:

Unità R2

Non si ritiene di attribuire valori caratteristici di angolo d'attrito ai terreni dell'unità R2 in quanto fortemente eterogenei ed in ogni caso non idonei all'appoggio di alcun tipo di fondazione.

N_{spt}	1-2 colpi	N di colpi SPT
V_s	160-170 m/sec	Velocità di propagazione delle onde S

Unità R1

N_{spt}	8-17 colpi	N di colpi SPT
γ	18-19 kN/m ³	Peso unitario del terreno sopra falda
ϕ	26°-30°	Angolo di resistenza al taglio efficace
V_s	190-210 m/sec	Velocità di propagazione delle onde S

6. RISPOSTA SISMICA DEL SITO

Per la valutazione dell'Azione Sismica il Testo Unico (D.M. 14/01/08) richiede l'utilizzo dei metodi, delle formule e delle tabelle in esso riportate, nonché l'applicazione di quanto previsto ai paragrafi 3.2.3.2, 3.2.3.3, 3.2.3.4 e 3.2.3.5. Non sono state condotte specifiche analisi di Risposta Sismica Locale; sono stati quindi utilizzati i metodi semplificati previsti dal D.M. 14/01/08.

L'indagine geognostica e sismica e lo studio geologico hanno quindi permesso di definire un modello geologico-geotecnico e geofisico e di analizzare le caratteristiche geomorfologiche del sito al fine di definire la Categoria di Sottosuolo e la Categoria Topografica, che potranno essere utilizzate per la stima dell'Azione Sismica e più in generale per la progettazione delle opere.

Mediante il programma Excel "Spettri-NTC (ver. 1.0.3)" è possibile definire gli Spettri di Risposta Elastici ed i Parametri di Pericolosità Sismica definiti per il sito di progetto sulla base dei risultati del progetto S1 - INGV (**Fase 1**).

Lo sviluppo delle **Fasi 2 e 3**, per la definizione degli Spettri di Risposta Elastici di progetto, relativi ai vari Stati Limite, necessita la conoscenza e/o la scelta di parametri progettuali di competenza dei Tecnici Progettisti delle opere.

Nei paragrafi successivi si forniscono quindi, per quanto di pertinenza del Geologo, i dati inerenti la Risposta Sismica e la Pericolosità Sismica del Sito nonché i parametri sismici normativi (Fase 1 e parzialmente Fase 2). **Si rimane altresì disponibili per un'eventuale sviluppo congiunto, delle fasi 2 e 3 e quindi della definizione dei parametri relativi all'azione sismica di progetto.**

6.1 Categoria di Sottosuolo e Categoria Topografica

Viene di seguito fornita una classificazione e caratterizzazione dei terreni secondo quanto indicato dalle norme tecniche per il progetto sismico allegate al D.M. 14/01/08.

Il sottosuolo è stato classificato secondo le tabelle allegate al D.M. 14/01/08 e riportate di seguito:

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento</i> (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – *Categorie aggiuntive di sottosuolo.*

Categoria	Descrizione
S1	Depositati di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Applicando il D.M.14/01/08, in funzione della successione sismostratigrafica definita per settori omogenei, il valore di $V_{s,30}$ è stato stimato nelle elaborazioni relative alle indagini sismiche applicando l'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}. \quad (3.2.1)$$

Ambito di Riferimento	Vs30	Categoria di Sottosuolo
Ambito di bordo collinare (W) Ambito di dosso collinare "spianato" (SE)	> 400 m/sec	B
Ambito di piana fluvio-glaciale rimaneggiata (E)	260 m/sec	C

Preso visione dell'analisi del rischio sismico eseguita nello studio geologico del territorio comunale aggiornato alle ultime normative ed in relazione alla tipologia d'intervento, è stata eseguita una valutazione del rischio sismico sito-specifica correlata a fattori predisponenti a potenziali fenomeni di amplificazione sismica correlati ad effetti litologici. Le analisi di 2° livello eseguite hanno altresì verificato che i parametri sismici della normativa più recente (D.M.14/01/08) relativi alla **categoria di sottosuolo C** (definita per le aree d'interesse) risultino sufficientemente cautelativi rispetto ai fenomeni di amplificazione sismica litologica per edifici con **periodo compreso tra 0.5 s e 1.5 s**; al contrario, per **edifici con periodo compreso tra 0.1 s e 0.5 s**, sarà necessario assumere in progetto una **categoria di sottosuolo D** (vedi tabelle di calcolo pagina seguente).

Per quanto concerne le caratteristiche geomorfologiche si potrà fare riferimento alla tabella 3.2.IV del D.M. 14/01/08.

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

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

Per il sito di progetto, inserito in un contesto da debolmente acclive a sub-pianeggiante si potrà tenere conto di una **categoria topografica T1**.

6.2 Pericolosità Sismica del Sito – Parametri sismici di riferimento

Per il sito di progetto, possono essere stimati per varie frequenze annuali di superamento, i valori dei parametri sismici normativi (a_g , F_0 e T_c^*) relativi alla Pericolosità Sismica mediante il programma Spettri-NTC ver.1.0.3, utilizzando le coordinate geografiche.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Nel caso specifico tenuto conto della classe d'uso dell'edificio di "futuro" progetto (Classe II – paragrafo 2.4.2 NTC-08) è stata scelta una strategia di progettazione per edifici ordinari (**Fase 2**).

In particolare si propongono i seguenti parametri progettuali ed i relativi periodi di riferimento da utilizzare per i diversi Stati Limite:

Vita Nominale della costruzione (in anni) - V_N	50			
Coefficiente d'uso della costruzione - C_U	1			
Periodo di Riferimento per la costruzione (in anni) T_R	SLO 30	SL D 50	SL V 475	SLC 975

I valori dei parametri sismici normativi (a_g , F_0 e T_c^*) relativi alla pericolosità sismica stimati secondo la strategia di progettazione ordinaria sono di seguito elencati:

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,040	2,606	0,227
SLD	50	0,055	2,492	0,246
SLV	475	0,156	2,456	0,275
SLC	975	0,203	2,489	0,277

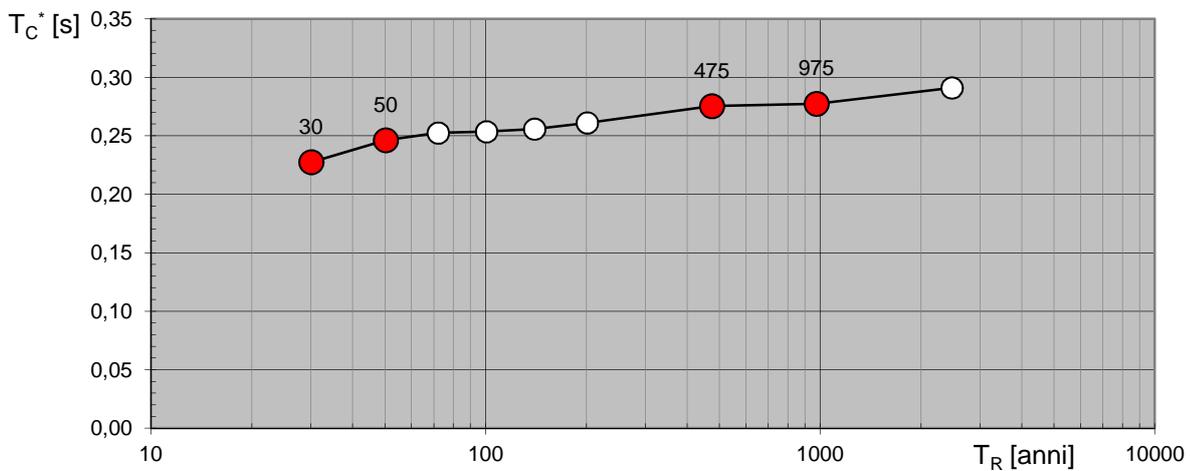
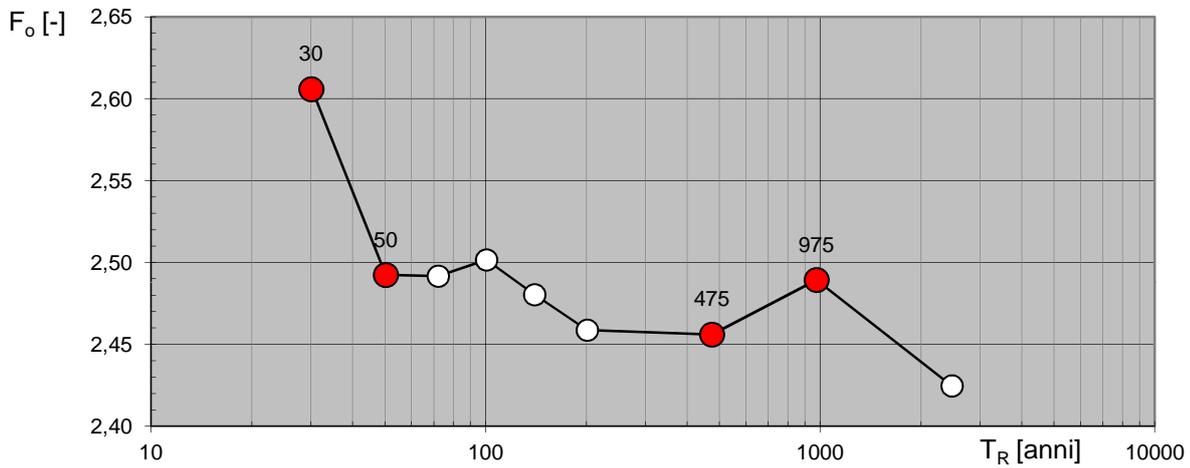
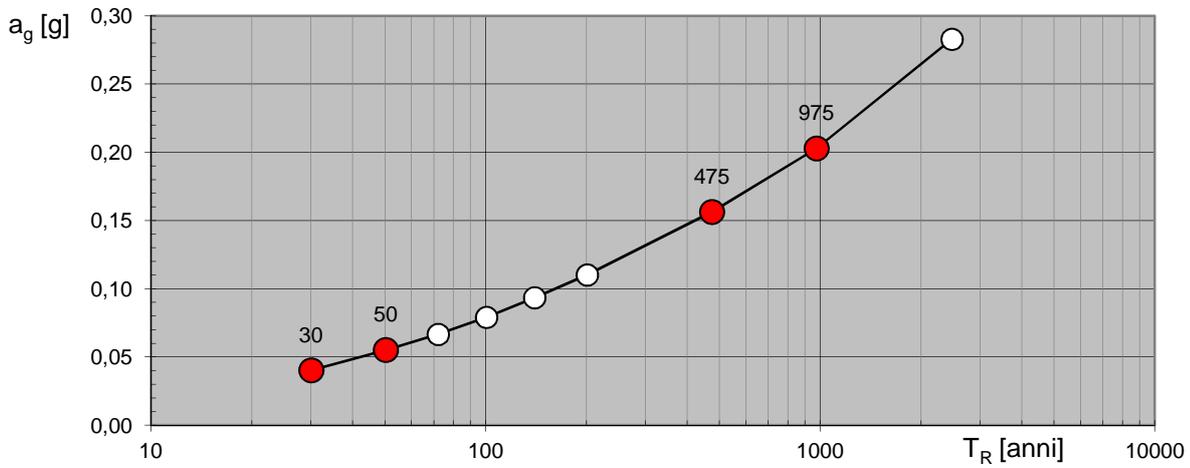
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Si allegano gli spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL, nonché i diagrammi con la variabilità dei valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* in funzione del periodo di ritorno T_R associati a ciascun SL.

Si rimanda al Tecnico Progettista delle Strutture, o ad un'eventuale valutazione congiunta, la determinazione (**Fase 3**) dell'Azione Sismica di Progetto e quindi dello Spettro di Progetto Elastico (SLE) o Inelastico (SLU).

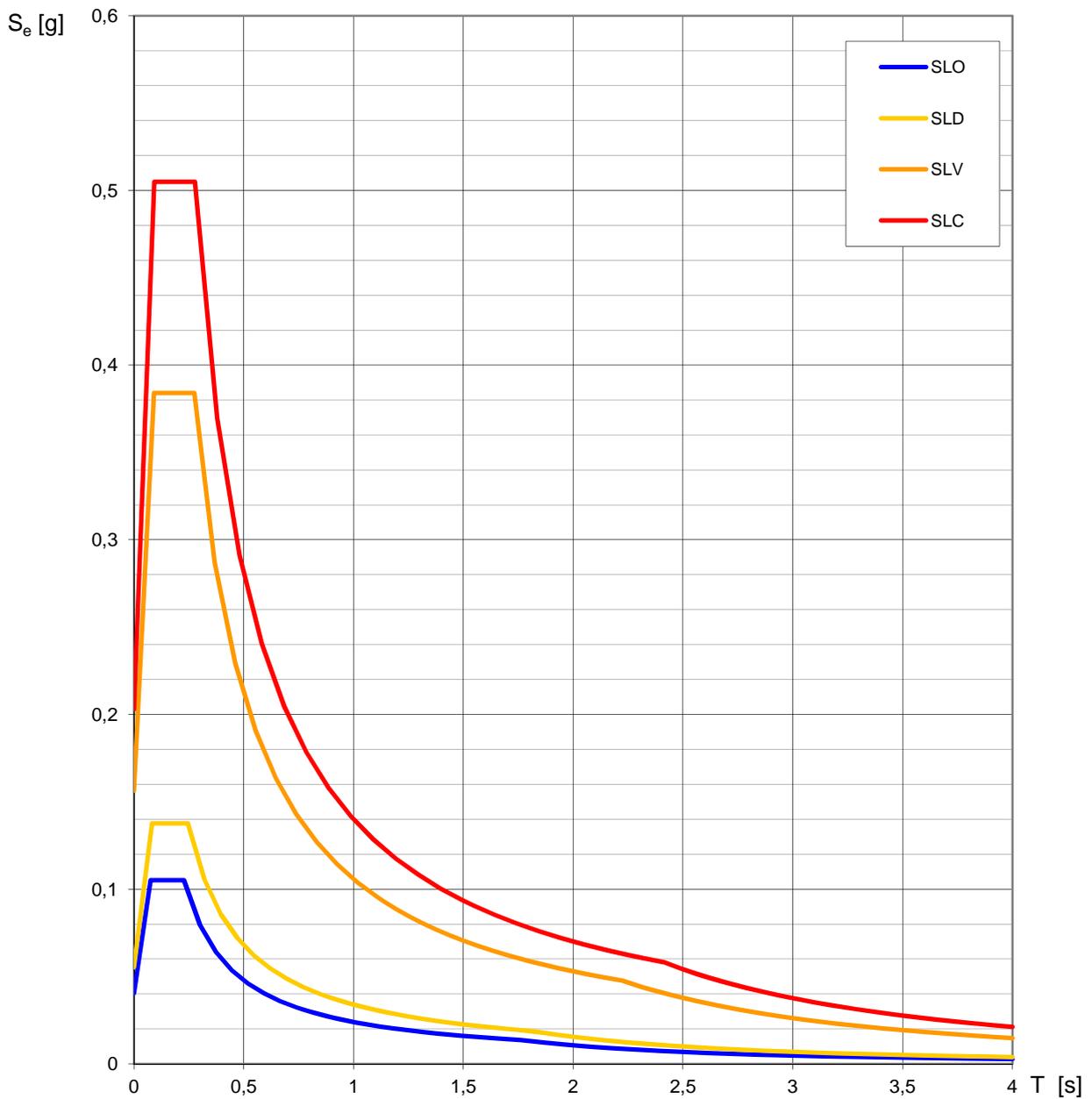
Nel caso in cui fosse ammissibile la progettazione secondo le vecchie normative sismiche (vedi paragrafi precedenti) si potrà tener conto di valori di a_g correlabili alla III categoria sismica. In tal caso la normativa sismica, ai sensi del D.M. del 16/01/96, prevede un valore di $a_g = 0.04$ g; per il sito in esame per strutture di fondazione dirette poggianti sui depositi glaciali o di contatto glaciale.

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

6.3 Amplificazione Stratigrafica (S_s) e Topografica (S_t)

Per l'utilizzo dei metodi, delle formule e delle tabelle riportate nella nuova revisione del Testo Unico (D.M. 14/01/08) si potrà tenere conto della categoria di sottosuolo stimata e dei valori dei parametri di pericolosità sismica del sito e potranno essere applicate le seguenti espressioni:

Tabella 3.2.V - Espressioni di S_s e di C_c

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

Per l'intervento di progetto per le verifiche allo Stato Limite di Danno (SLD) ed allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si possono utilizzare i seguenti valori:

Categoria di sottosuolo	SLD	S_s	1,200	SLV	S_s	1,200
		B	C_c		1,456	C_c

Categoria di sottosuolo	SLD	S_s	1,500	SLV	S_s	1,407
		C	C_c		1,668	C_c

Categoria di sottosuolo	SLD	S_s	1,800	SLV	S_s	1,800
		D	C_c		2,519	C_c

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_t riportati nella seguente tabella:

Tabella 3.2.VI - Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_t

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_t
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Per il sito d'intervento si potrà tenere conto di una categoria topografica T1, che comporta l'assunzione in progetto di valori di S_t pari a 1.0.

7. CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEI TERRENI

Contestualmente alla campagna d'indagine è stato eseguito lungo la verticale del sondaggio S1 il campionamento dei terreni rimaneggiati riscontrati, secondo le disposizioni e procedure indicate dal D.Lgs.152/06 e s.m.i. (D.Lgs. 16/01/08 n° 4 e Legge 28/01/2009 n°2). Sono stati quindi prelevati n° 3 campioni da sottoporre ad eventuali analisi.

7.1 Modalità di prelievo dei campioni

E' stato eseguito il prelievo di campioni di terreno, da sottoporre ad analisi chimica, nel rispetto delle procedure di campionamento previste nell'All. 2 del D. Lgs. 152/06.

In particolare si è proceduto al prelievo di n. 3 campioni, in doppia aliquota (A e B) a differenti quote come di seguito riepilogato :

Sondaggio	Campione C1		Campione C2		Campione C3	
S1	0,50-1,50 m	RIM	3,00-4,00 m	RIM	5,00-6,00 m	RIM

I campioni di terreno sono stati ottenuti previa setacciatura della frazione > 2 cm, successivamente raccolti con una spatola metallica e posti in flaconi di vetro del volume di 0,5 e 1,0 l. Ciascun campione è stato etichettato con la sigla del campione, la data di prelievo e la località di prelievo. I campioni relativi all'aliquota di controllo sono stati idoneamente conservati presso la sede della Geotesting s.r.l., che ha provveduto altresì alla consegna al laboratorio chimico della Chemiricerche s.r.l., delle aliquote A.

In tabella è evidenziato in colore rosso il campione oggetto di analisi in questa fase preliminare. Si è prescelto di analizzare il campione intermedio (C2) prelevati entro i terreni rimaneggiati.

7.2 Risultati Analisi di Laboratorio

Le analisi di laboratorio eseguite sono state finalizzate ad una verifica dell'eventuale presenza di fenomeni di contaminazione dei materiali di riporto e/o dei terreni presenti entro l'area d'intervento ed eventualmente oggetto di escavazione.

Sono state quindi eseguite analisi sulla frazione fine (< 2 mm) secca. La concentrazione del campione è stata determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, compreso anche lo scheletro, ai sensi del D. Lgs. 152/06

Tali analisi hanno permesso la rilevazione della possibile contaminazione rispetto ai seguenti parametri analitici:

- Metalli: antimonio, arsenico, cadmio, cobalto, cromo totale, cromo esavalente, mercurio, nichel, piombo, rame, selenio e zinco
- PCB
- Idrocarburi pesanti C>12

Per la valutazione dei risultati vengono presi in considerazione gli standard di qualità dei suoli previsti dall'allegato 5 del D. Lgs. 152/06, tenuto conto della colonna B della Tabella 1 adottata per "siti ad uso commerciale ed industriale/artigianale".

Le analisi effettuate (vedi certificati in allegato) hanno permesso di accertare che tutti i campioni esaminati risultano conformi ai limiti stabiliti dal D. Lgs. 152/06 per i siti ad uso commerciale ed industriale/artigianale (Colonna B della Tabella 1 – D. Lgs. 152/06).

8. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI DELLE INDAGINI

Sulla scorta dei dati acquisiti nel corso dell'indagine geognostica si è potuto verificare che:

- nell'area d'interesse sono presenti esclusivamente terreni di origine naturale;
- può essere individuato un settore costituito in superficie da **terreni probabilmente rimaneggiati di origine naturale**, a caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti;
- **non sono stati riscontrati, dall'analisi visiva, materiali di riporto non naturali (rifiuti, ecc.); si ritiene che tutti i terreni rimaneggiati presenti possano pertanto essere mantenuti in loco.** Ci si riserva di valutare i risultati delle analisi chimiche in corso;
- è stata riscontrata la locale presenza di **fenomeni di circolazione d'acqua superficiali** ed è stato delimitato un settore con presenza di falde freatiche circolanti entro i 2 m dal p.c., coincidente con l'ambito di piana fluvioglaciale (originaria e/o rimaneggiata).

Con riferimento alla "Planimetria delle indagini ed individuazione di ambiti geotecnici omogenei", in allegato, sono stati distinti quattro ambiti omogenei rispetto alle caratteristiche sopra riassunte:

**Ambito con unità geotecniche superficiali a caratteristiche geotecniche ottime
Falda freatica assente**

Presso questo ambito non sono state riconosciute problematiche di tipo geotecnico. Gli interventi potranno prevedere strutture di fondazione dirette (a plinti o nastriformi) che potranno garantire P_{lim} e P_{eserc} elevate, cui si correlano cedimenti contenuti.

Non si prevedono interferenze con significativi fenomeni di circolazione idrica; possono altresì essere riscontrate locali venute d'acqua correlabili a falde sospese, per lo più confinate, poste a profondità superiore presumibilmente a 6/7 m di profondità e circolanti entro i depositi glaciali

**Ambito con unità geotecniche superficiali a caratteristiche geotecniche ottime
Falda freatica presente a partire da -1,20/-1,45 m dal p.c.**

Presso questo ambito non sono state riconosciute problematiche di tipo geotecnico. Gli interventi potranno prevedere strutture di fondazione dirette (a plinti o nastriformi) che potranno garantire P_{lim} e P_{eserc} elevate, cui si correlano cedimenti contenuti. Si prevedono altresì interferenze con significativi fenomeni di circolazione idrica entro i primi 2 m dal p.c., correlabili ad una falda freatica piuttosto continua circolante entro i depositi fluvioglaciali, delimitati alla base dai depositi glaciali.

**Ambito con unità geotecniche superficiali a caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti
(presumibilmente rimaneggiate) e substrato autoctono certo oltre -7,50 m dal p.c.
Falda freatica presente a partire da -1,10 m dal p.c.**

Presso questo ambito sono state riconosciute unità geotecniche non idonee alla posa di strutture di fondazione dirette entro i primi 6-7 m dal p.c.; si dovranno prevedere per eventuali edifici fondazioni profonde (pali e micropali di fondazione) intestate a circa -10,00 m dal p.c.

Si prevedono altresì interferenze con significativi fenomeni di circolazione idrica entro i primi 2 m dal p.c., correlabili ad una falda freatica piuttosto continua circolante entro i depositi fluvioglaciali o rimaneggiati, delimitati alla base dai depositi glaciali.

**Ambito con unità geotecniche superficiali a caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti
(presumibilmente rimaneggiate) e substrato autoctono "certo" oltre -12,00/-16,50 m dal p.c.
Falda freatica presente a partire da -1,10 m dal p.c.**

Presso questo ambito sono state riconosciute unità geotecniche non idonee alla posa di strutture di fondazione dirette entro i primi 12-17 m dal p.c.; si dovranno prevedere, per eventuali edifici, fondazioni profonde (pali e micropali di fondazione) intestate a circa -14,00/-19,00 m dal p.c.

Si prevedono altresì interferenze con significativi fenomeni di circolazione idrica entro i primi 2 m dal p.c., correlabili ad una falda freatica piuttosto continua circolante entro i depositi fluvioglaciali o rimaneggiati, delimitati alla base dai depositi glaciali.

9. COMPATIBILITA' DI EVENTUALI INTERVENTI EDIFICATORI CON LE RISULTANZE DELLO STUDIO GEOLOGICO E CON LE NORME DI FATTIBILITA'

L'area di progetto risulta inserita in riferimento alla "Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. di Lonato del Garda" nelle **classi di fattibilità 2a e 2c con modeste limitazioni d'uso**, definite rispettivamente "*Aree ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda, non sfruttata ad uso idropotabile)*" e "*Aree di elevato interesse geomorfologico, paesaggistico e vegetazionale (peraltro in parte già rientranti nelle zone di vincolo ambientale e idrogeologico): ambito delle colline moreniche maggiormente articolate, a morfologia ondulata con ripiani subpianeggianti; alternanza di zone boscate, oliveti, vigneti, e prati permanenti*".

Le analisi di 2° livello eseguite hanno altresì verificato che i parametri sismici della normativa più recente (D.M.14/01/08) relativi alla categoria di sottosuolo **C** (definita per l'ambito di piana fluvio-glaciale rimaneggiata) risultino sufficientemente cautelativi rispetto ai fenomeni di amplificazione sismica litologica per edifici con periodo compreso tra 0.5 s e 1.5 s; al contrario per edifici con periodo compreso tra 0.1 s e 0.5 s sarà necessario assumere in progetto la categoria di sottosuolo **D**.

Sono state prese in esame le condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area di intervento e di quelle ad essa limitrofe. Sono state identificate le diverse unità geotecniche raggruppate per ambiti omogenei.

L'area di interesse è contraddistinta da buone condizioni di stabilità con sostanziale mancanza di fenomeni geomorfici in atto.

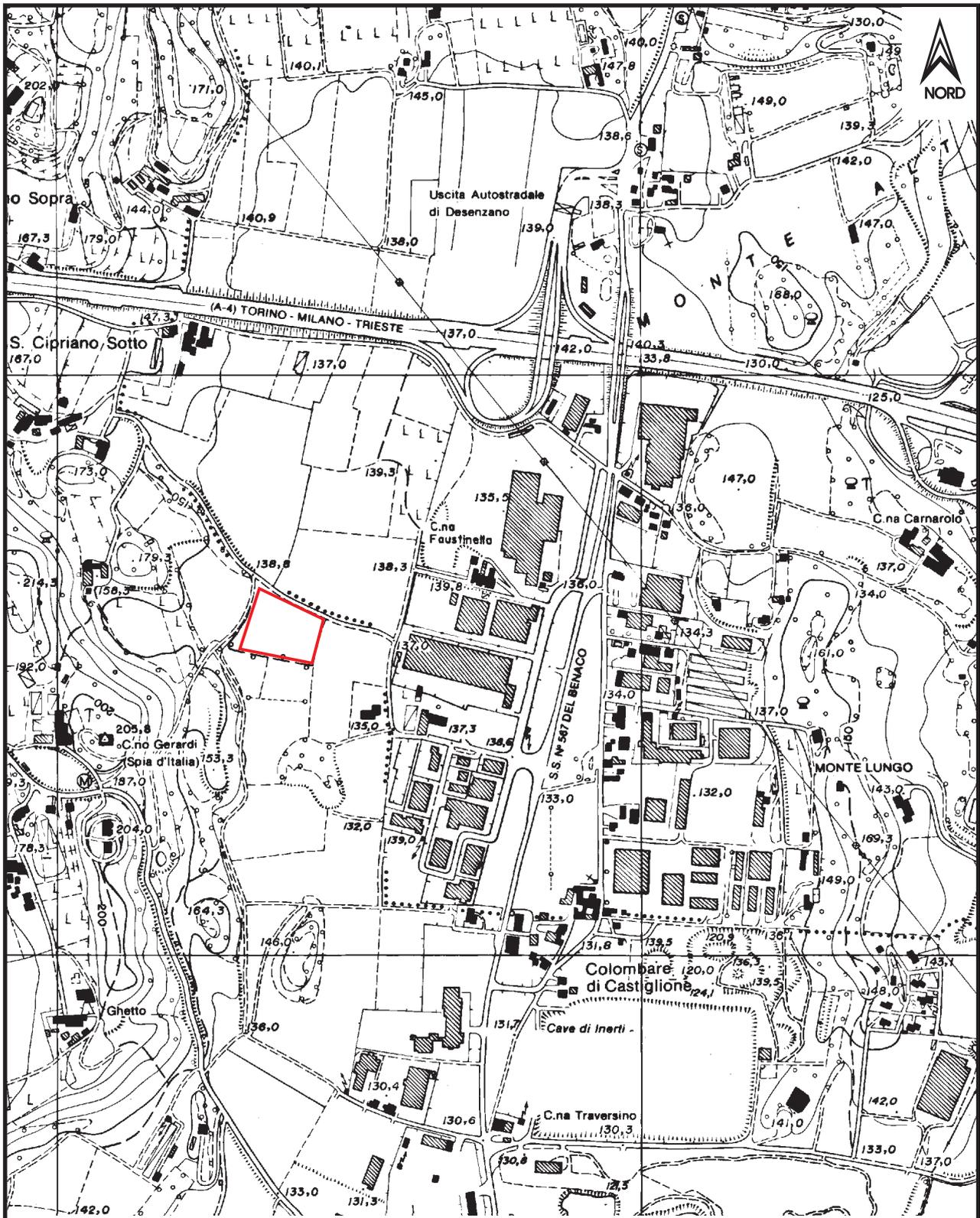
Si ritiene che eventuali interventi di edificazione siano compatibili con l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi, tenuto conto di quanto prescritto per le strutture di fondazione e con le Classi di Fattibilità Geologica in cui il lotto d'interesse ricade.

Desenzano del Garda, 11 Ottobre 2011

Dott. Geol. Rosanna Lentini

COROGRAFIA

Scala 1:10.000

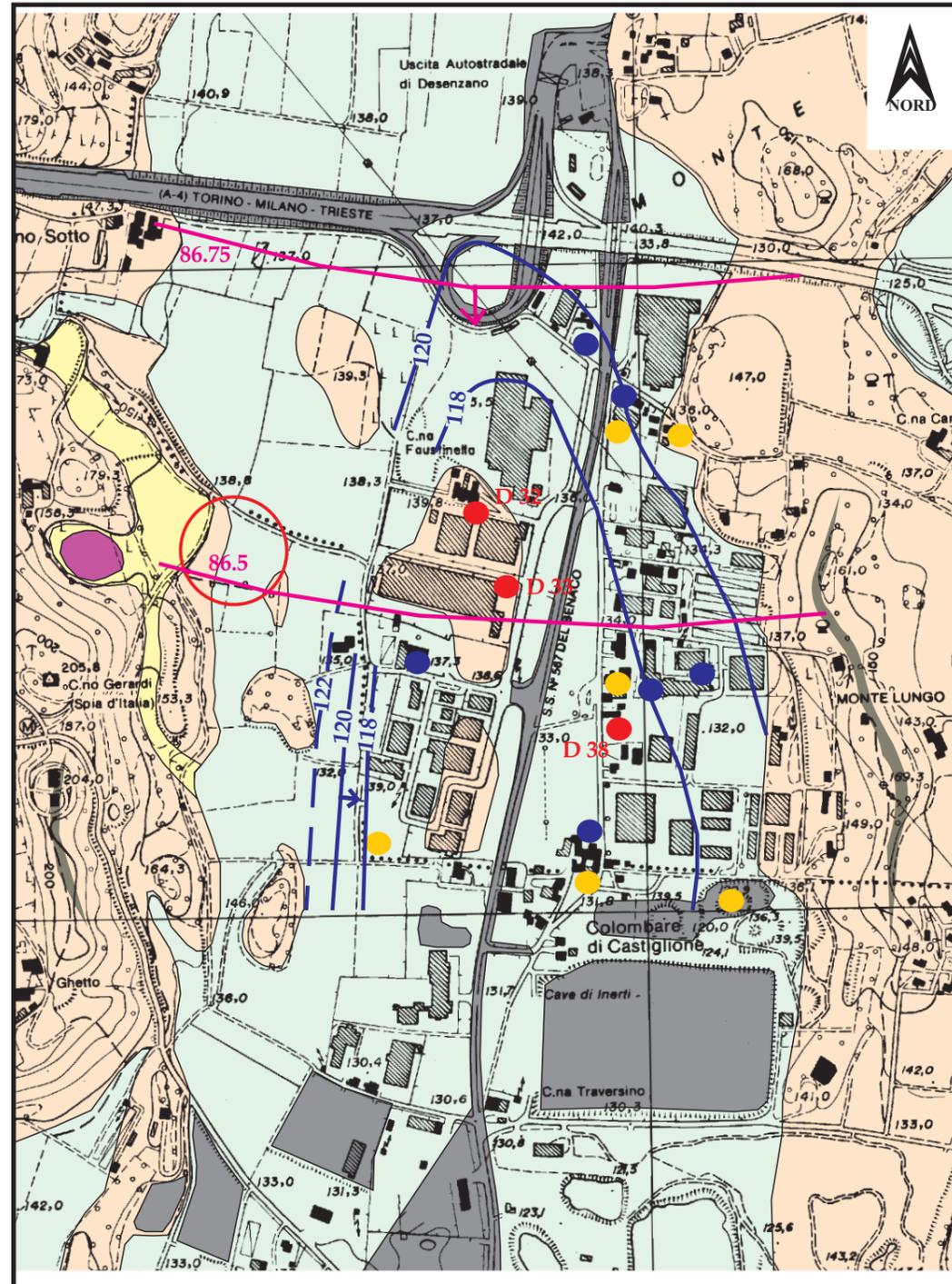


LEGENDA



Area in esame

CARTA GEOLITOLOGICA CON ELEMENTI
 GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI
 Scala 1:10.000



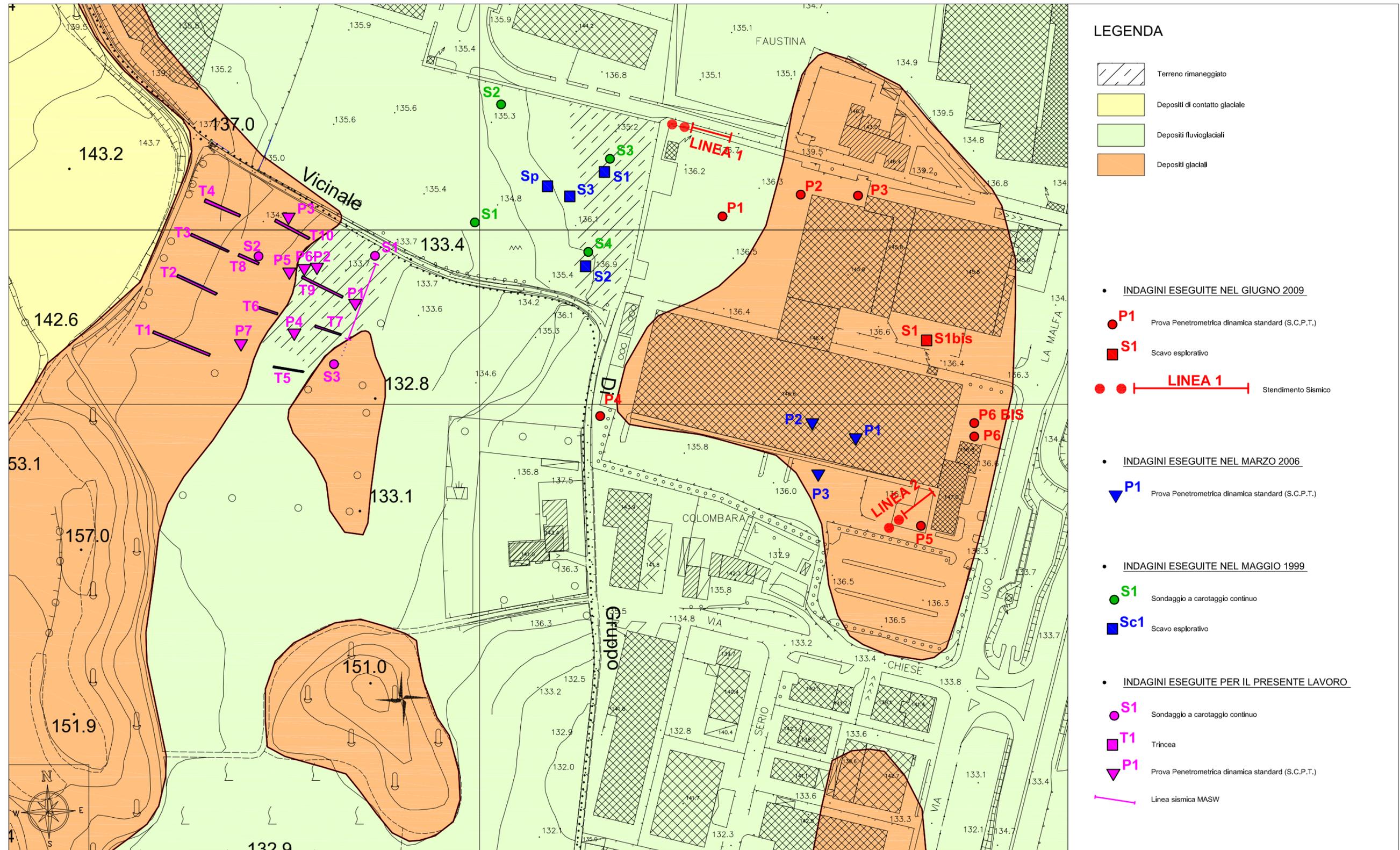
LEGENDA

-  Area in esame

- Litologia**
-  Materiali di riporto
-  Depositi torbosi
-  Depositi di contatto glaciale
-  Depositi fluvioglaciali
-  Depositi morenici

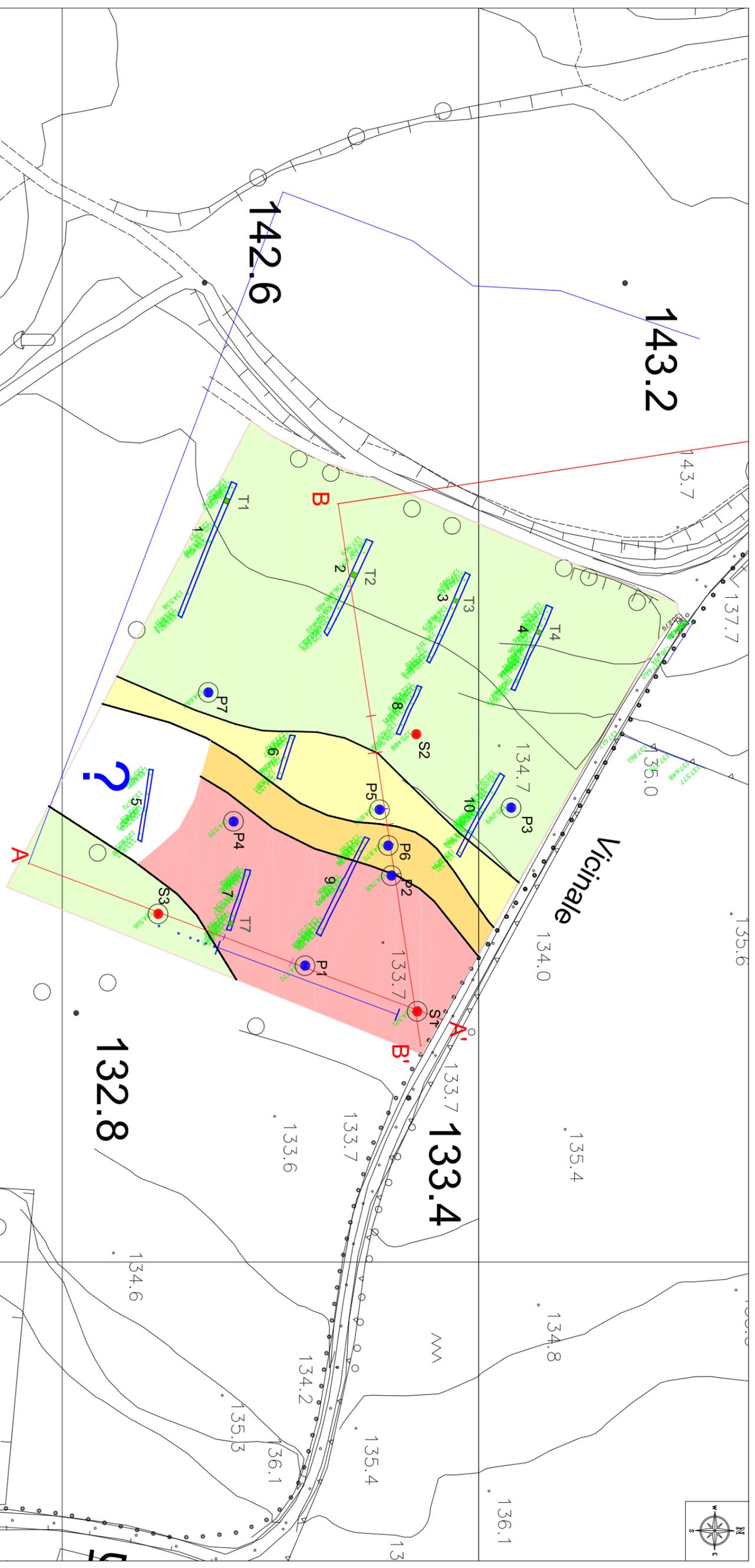
- Idrogeologia**
-  Pozzi profondi
-  Pozzi superficiali
-  120
Linee isopiezometriche riferite alla falda freatica (m s.l.m.) e direzione di deflusso.
-  86
Linee isopiezometriche riferite alla falda profonda (m s.l.m.) e direzione di deflusso.
-  D 32 Pozzi profondi con stratigrafia

- Geomorfologia**
-  Cordoni morenici

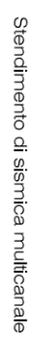


- LEGENDA**
- Terreno rimaneggiato
 - Depositi di contatto glaciale
 - Depositi fluvio-glaciali
 - Depositi glaciali
- INDAGINI ESEGUITE NEL GIUGNO 2009
 - P1 Prova Penetrometrica dinamica standard (S.C.P.T.)
 - S1 Scavo esplorativo
 - LINEA 1 Stendimento Sismico
- INDAGINI ESEGUITE NEL MARZO 2006
 - P1 Prova Penetrometrica dinamica standard (S.C.P.T.)
- INDAGINI ESEGUITE NEL MAGGIO 1999
 - S1 Sondaggio a carotaggio continuo
 - Sc1 Scavo esplorativo
- INDAGINI ESEGUITE PER IL PRESENTE LAVORO
 - S1 Sondaggio a carotaggio continuo
 - T1 Trincea
 - P1 Prova Penetrometrica dinamica standard (S.C.P.T.)
 - Linea sismica MASW

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI
E INDIVIDUAZIONE DI AMBITI GEOTECNICI OMOGENEI
Scala 1:1000



Legenda

- P1**  Prova penetrometrica dinamica standard (S.C.P.T.) con posa di piezometro da 1/2 "
- S2**  Sondaggio a carotaggio continuo
- S1**  Sondaggio a carotaggio continuo con con posa di piezometro da 1/2 "
-  Trattati di trincee esplorative con descrizione stratigrafica
-  Ambito con unità geotecniche superficiali a caratteristiche geotecniche ottime. Falda freatica assente.
-  Ambito con unità geotecniche superficiali a caratteristiche geotecniche ottime. Falda freatica presente a partire da -1,20/-1,45 m dal p.c.
-  Ambito con unità geotecniche superficiali a caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti (presumibilmente rimaneggiate) e substrato oltre -7,50 m dal p.c.
-  Ambito con unità geotecniche superficiali con caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti (presumibilmente rimaneggiate) e substrato presente oltre -12,00/-16,50 m dal p.c.
-  Falda freatica presente a partire da -1,10 m dal p.c.
-  Falda freatica presente a partire da circa -1,00/-1,20 m dal p.c.
-  Linea sismica
-  Stendimento di sismica multicanale



GEORGETESTING srl
Indagini geognostiche ed ambientali
Prospezioni geofisiche

Sede Legale e Operativa:
Via Michelangelo 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Tel. 030 9914222 - Cel. 3396012311

LOCALITA': Lonato d/G - Loc. Faustina
Quota d'Inizio (come da battuta topografica
in metri s.l.m.)

134.921 m

SONDAGGIO S 1

DATA 22/09/2011

Operatore: - Artioli
Geologo: - Renna

SONDA: BERETTA T41

PAG. 1/1

- Campione rimaneggiato prelevato per analisi granulometrica
- Campione per analisi chimiche prelevato ai sensi del D.Lgs 152/06

- Prova di permeabilità
- CARICO VARIABILE
- CARICO COSTANTE

- Piezometro cieco
- Piezometro fessurato

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA'		SERA		MATTINO	
Rivestimento	Foro	Data	H	Data	H
				23/09/2011	-1,10

Manovre	Profondità (m)	Sezione Terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere	Rivestimento	Prove di permeabilità	Vane Test (kg/cmq) max/res	Poket Penetrometer (kg/cmq)	Profondità	SPT	Falda acquifera	Piezometro $\phi = 1/2"$
	0,60		C1 S1	TERRENO VEGETALE Limo sabbioso debolmente argilloso, poco addensato, debolmente umido, di colore marrone.								1,10	
	2,45			TERRENO RIMANEGGIATO Limo con sabbia debolmente argilloso, mediamente addensato, da umido a bagnato, di colore da beige a giallo ocra.						1,50	4 8 12		
	3,05		C2 S1	Limo argilloso sabbioso, sciolto, da molto umido a bagnato, di colore grigio con screziature ocra.						3,00	1 1 1		
	3,70			Argilla con limo debolmente sabbiosa, priva di consistenza, molto umida, di colore grigio.				0,1 0,3 0,4	0,4 0,6 1,0	4,50	0 0 1		
	3,85			Argilla con limo debolmente sabbiosa, con presenza di livelli torbosi centimetrici (2-5 cm), priva di consistenza, molto umida, di colore grigio/nero.				0,0 0,2	0,2 0,4				
	7,60		C3 S1	Argilla con limo, priva di consistenza, molto umida, di colore grigio scuro.				0,1 0,0 0,2	0,5 0,2 0,5	6,00	1 1 1		
	12,30			TERRENO AUTOCTONO/TERRENO RIMANEGGIATO (?) Argilla con limo, da scarsamente consistente a mediamente consistente, molto umida, di colore grigio scuro.	AVANZAMENTO A CAROTTAGGIO CONTINUO $\phi=101$ mm			0,1 0,2 0,3 0,2 0,2 0,1	0,5 0,8 0,7 0,8 0,9 1,0 1,2 1,5	10,50	1 2 2		
	16,40			Argilla con limo, mediamente consistente, molto umida, di colore grigio scuro.	$\phi=127$ mm			0,2 0,3 0,4 0,3 0,4 0,3 0,4 0,4 0,5	0,9 1,1 1,2 1,0 1,2 1,0 1,3 1,3 1,2 1,1				
	16,55			TERRENO AUTOCTONO Sabbia limosa, molto addensata, molto umida, di colore grigio scuro.				0,5 0,5	1,3 1,6 1,5	16,50	22 26 27		
	18,00			Ghjala con limo sabbiosa, molto addensata, da bagnata a molto umida, di colore beige.						18,00	37 R(10)		18,00
				La descrizione dei terreni è stata eseguita utilizzando il criterio granulometrico per la descrizione delle terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene introdotta con il termine "con" se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50% oppure con il suffisso "...oso" se la percentuale è compresa tra il 10% e il 25%, oppure dal suffisso "debolmente ...oso" se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10%. Nella nomenclatura si trascura la frazione inferiore al 5%.									



GEORGETESTING srl

Indagini geognostiche ed ambientali
Prospezioni geofisiche

Sede Legale e Operativa:
Via Michelangelo 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Tel. 030 9914222 - Cel. 3396012311

LOCALITA': Lonato d/G - Loc. Faustinella
Quota d'Inizio (come da battuta topografica
in metri s.l.m.)

135.488 m

SONDAGGIO S 2

DATA 23/09/2011

Operatore: - Artioli
Geologo: - Renna

SONDA: BERETTA T41

PAG. 1/1

- Campione rimaneggiato prelevato per analisi granulometrica
- Campione per analisi chimiche prelevato ai sensi del D.Lgs 152/06

- Prova di permeabilità
- CARICO VARIABILE
- CARICO COSTANTE

- Piezometro cieco
- Piezometro fessurato

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA'		SERA		MATTINO	
Rivestimento	Foro	Data	H	Data	H

Manovre	Profondità (m)	Sezione Terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere	Rivestimento	Prove di permeabilità	Vane Test (kg/cmq) max/res	Poket Penetrometer (kg/cmq)	Profondità	SPT	Falda acquifera	Piezometro				
	0,45			<p>TERRENO VEGETALE Limo sabbioso ghiaioso debolmente argilloso, poco addensato, debolmente umido, di colore marrone.</p> <p>TERRENO AUTOCTONO Sabbia con ghiaia, a tratti sabbia e ghiaia, con limo, con clottoli da subangolari a subarrotondati, da medlamente addensata ad addensata, asclutta, di colore nocciola/beige.</p>	AVANZAMENTO A CAROTTAGGIO CONTINUO $\phi=101$ mm					1,50	14						
	3,60															14	
	6,00			Ghlala con sabbia con limo, addensata, asclutta, di colore grigio/beige.												4,50	13

La descrizione dei terreni è stata eseguita utilizzando il criterio granulometrico per la descrizione delle terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene introdotta con il termine "con" se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50% oppure con il suffisso "...oso" se la percentuale è compresa tra il 10% e il 25%, oppure dal suffisso "debolmente ...oso" se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10%. Nella nomenclatura si trascura la frazione inferiore al 5%.



GEORGETESTING srl
Indagini geonostiche ed ambientali
Prospezioni geofisiche

Sede Legale e Operativa:
Via Michelangelo 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Tel. 030 9914222 - Cel. 3396012311

LOCALITA': Lonato d/G - Loc. Faustinnella
Quota d'Inizio (come da battuta topografica
in metri s.l.m.)

134.516 m

SONDAGGIO S 3

DATA 23/09/2011

Operatore: - Artioli
Geologo: - Renna

SONDA: BERETTA T41

PAG. 1/1

Campione rimaneggiato prelevato per analisi granulometrica

Campione per analisi chimiche prelevato ai sensi del D.Lgs 152/06

Prova di permeabilità

CARICO VARIABILE

CARICO COSTANTE

Piezometro cieco

Piezometro fessurato

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA'		SERA		MATTINO	
Rivestimento	Foro	Data	H	Data	H
		23/09/2011	-5.80		

Manovre	Profondità (m)	Sezione Terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere	Rivestimento	Prove di permeabilità	Vane Test (kg/cmq) max/res	Poket Penetrometer (kg/cmq)	Profondità SPT	Falda acquifera	Piezometro $\phi = 1/2''$
	0,95			TERRENO RIMANEGGIATO Limo sabbioso debolmente argilloso con presenza di ciottoli e rari laterizi, poco addensato, poco umido, di colore marrone.								0,50
	2,00			TERRENO AUTOCTONO Limo con sabbia debolmente argilloso, mediamente addensato, da umido a molto umido, di colore giallo ocra.						1,50 7 8 9		
	7,00			Limo argilloso debolmente sabbioso, mediamente consistente, umido, di colore giallo ocra/beige con screziature di colore grigio.	AVANZAMENTO A CAROTAGGIO CONTINUO $\phi=101$ mm					4,50 7 8 9	5.80	
	10,00			Ghiaia sabbioso-limosa, con ciottoli da subangolari a subarrotondati, da addensata a molto addensata, da molto umida a bagnata, di colore beige.		$\phi=127$ mm				9,00 27 R8		9,00

La descrizione dei terreni è stata eseguita utilizzando il criterio granulometrico per la descrizione delle terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene introdotta con il termine "con" se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50% oppure con il suffisso "...oso" se la percentuale è compresa tra il 10% e il 25%, oppure dal suffisso "debolmente ...oso" se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10%. Nella nomenclatura si trascura la frazione inferiore al 5%.



GEORGETESTING srl
Indagini geognostiche ed ambientali
Prospezioni geofisiche

Sede Legale e Operativa:
Via Michelangelo 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Tel. 030 9914222 - Cel. 3396012311

LOCALITA': Loc. Faustinella - Lonato del Garda (BS)

Quota d'Inizio (da Ril. Topogr.)

136.4 m circa

TRINCEA

DATA

SCALA

PAG.

Profondità (m. dal p.c.)	Sezione Terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	
0,40 0,60		TERRENO VEGETALE Sabbia limosa debolmente ghiaiosa, asciutta, di colore nocciola.	
		TERRENO AUTOCTONO Limo sabbioso-ghiaioso, asciutto, di colore nocciola.	



GEORGETESTING srl
Indagini geognostiche ed ambientali
Prospezioni geofisiche

Sede Legale e Operativa:
Via Michelangelo 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Tel. 030 9914222 - Cel. 3396012311

LOCALITA': Loc. Faustinella - Lonato del Garda (BS)

Quota d'Inizio (da Ril. Topogr.)

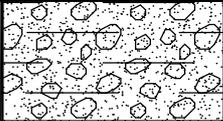
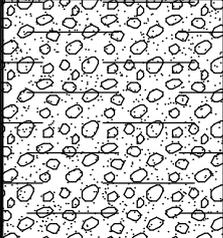
136.4 m circa

TRINCEA

DATA

SCALA

PAG.

Profondità (m. dal p.c.)	Sezione Terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	
0,40		TERRENO VEGETALE Sabbia ghiaioso-limosa, asciutta, marrone.	
1,20		TERRENO AUTOCTONO Ghiaia e sabbia limosa (con livelli limoso sabbiosi si colore marrone chiaro), da asciutta a debolmente umida, di colore beige.	



GEORGETESTING srl

Indagini geognostiche ed ambientali
Prospezioni geofisiche

Sede Legale e Operativa:
Via Michelangelo 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Tel. 030 9914222 - Cel. 3396012311

LOCALITA': Loc. Faustinella - Lonato del Garda (BS)

Quota d'Inizio (da Ril. Topogr.)

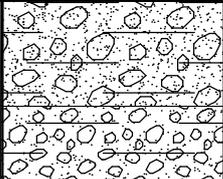
136.7 m circa

TRINCEA

DATA

SCALA

PAG.

Profondità (m. dal p.c.)	Sezione Terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	
0,35		TERRENO VEGETALE Sabbia ghiaioso-limosa, asciutta, di colore marrone.	
		TERRENO AUTOCTONO Ghiaia e sabbia limosa, asciutta, di colore beige.	
0,60			



GEORGETESTING srl

Indagini geognostiche ed ambientali
Prospezioni geofisiche

Sede Legale e Operativa:
Via Michelangelo 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Tel. 030 9914222 - Cel. 3396012311

LOCALITA': Loc. Faustinella - Lonato del Garda (BS)

Quota d'Inizio (da Ril. Topogr.)

136.9 m circa

TRINCEA T4

DATA 22/09/2011

SCALA 1:25

PAG. 1/1

Profondità (m. dal p.c.)	Sezione Terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	
0,35		TERRENO VEGETALE Sabbia ghiaioso-limosa, asciutta, di colore marrone.	
0,60		TERRENO AUTOCTONO Ghiaia e sabbia limosa, asciutta, di colore marrone/beige	



GEORGETESTING srl
Indagini geognostiche ed ambientali
Prospezioni geofisiche

Sede Legale e Operativa:
Via Michelangelo 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Tel. 030 9914222 - Cel. 3396012311

LOCALITA': Loc. Faustinella - Lonato del Garda (BS)

Quota d'Inizio (da Ril. Topogr.)

133.4 m circa

TRINCEA

DATA

SCALA

PAG.

Profondità (m. dal p.c.)	Sezione Terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	
0,75		TERRENO VEGETALE Limo sabbioso debolmente argilloso con presenza di ciottoli (da -0,60 a -0,75), debolmente umido di colore marrone.	
1,25		TERRENO AUTOCTONO Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso, da molto umido a bagnato (falda - 1,20 m), di colore marrone chiaro/beige.	

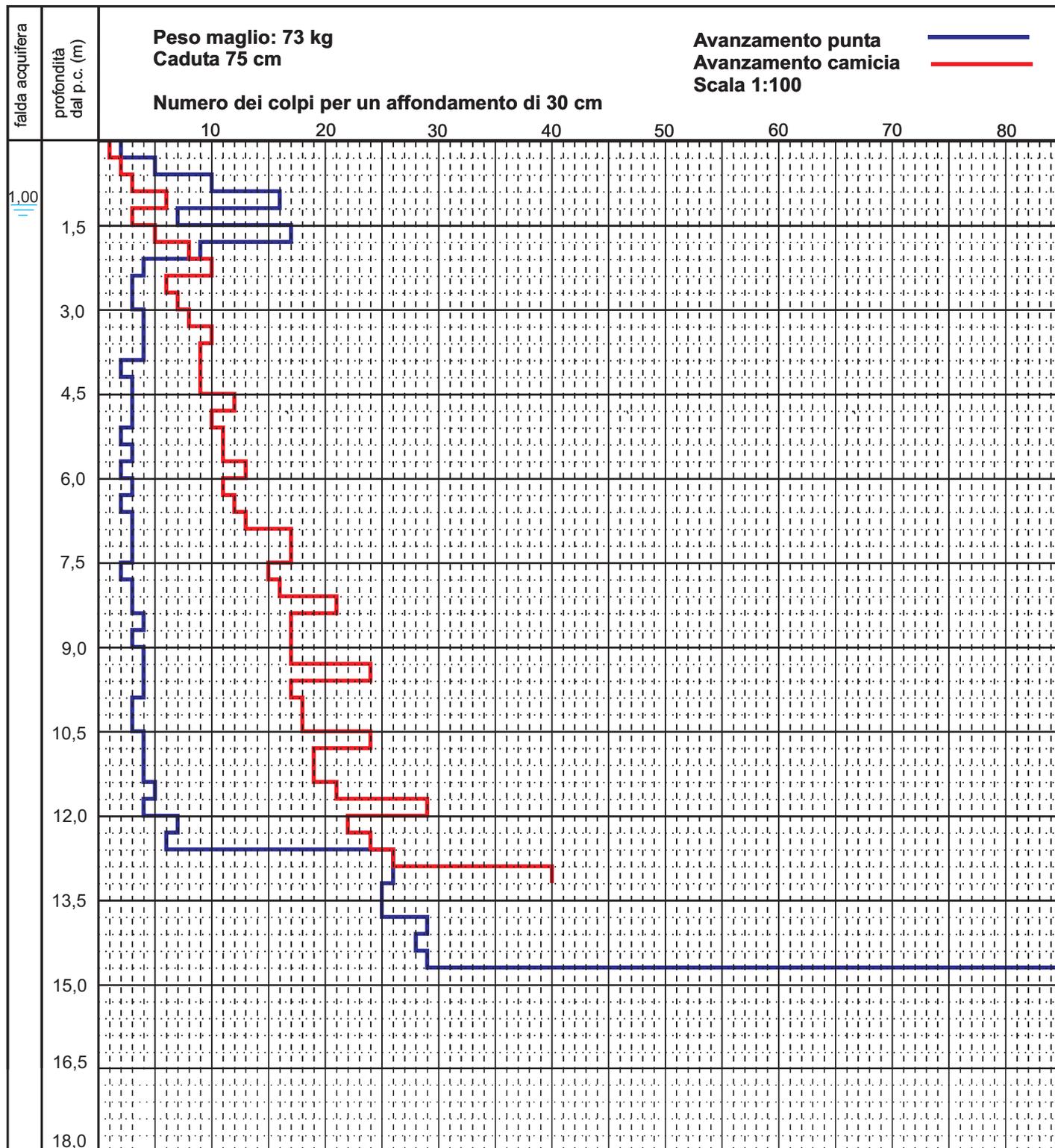
PROVA PENETROMETRICA N° 2

Data:22/09/2011

Località: Loc. Faustinella - Lonato del Garda (BS)

Quota di inizio metri s.l.m.: 134,768

Committente: Cameo S.p.A.



Nota: Installazione di piezometro da 1/2".

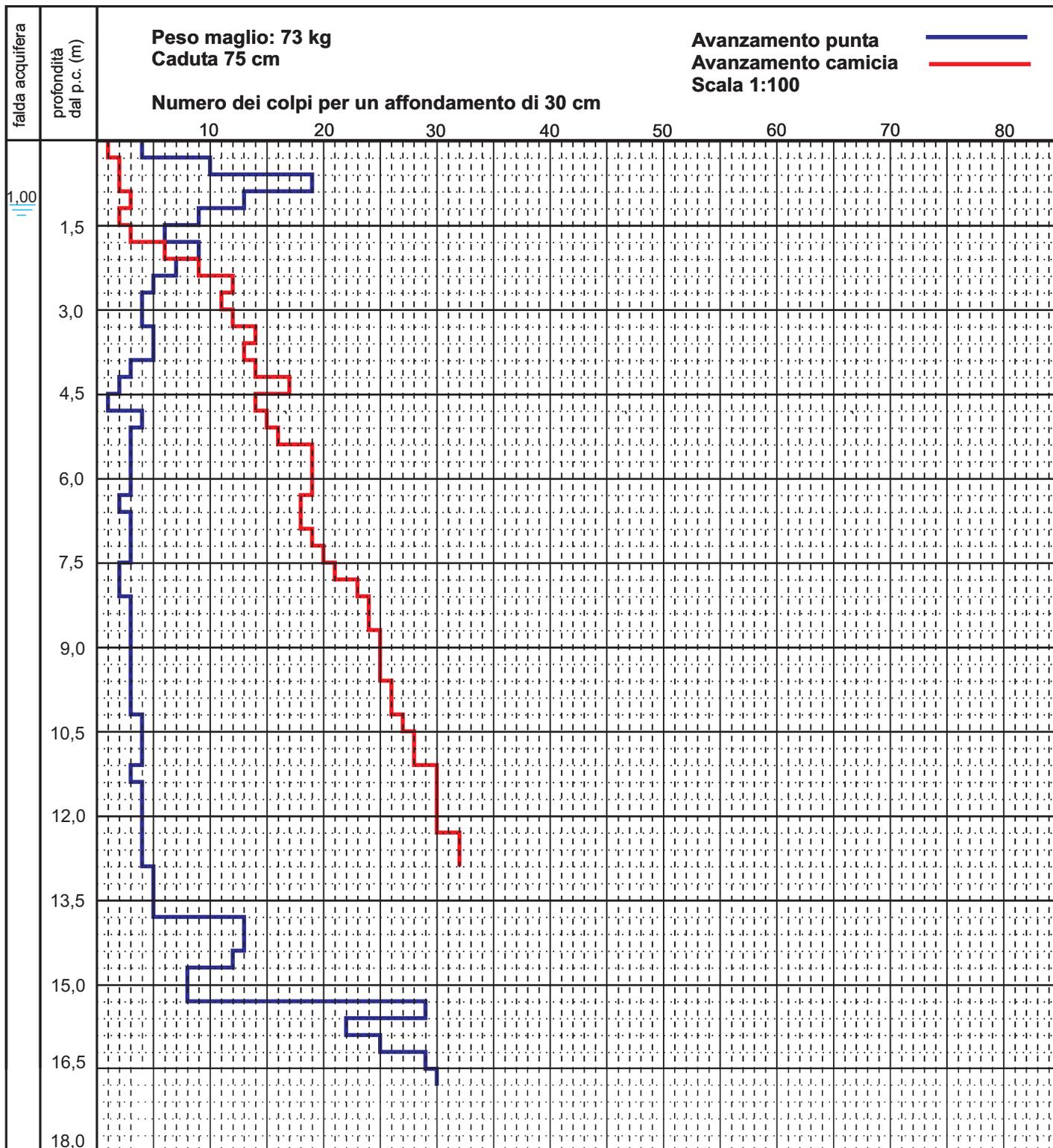
PROVA PENETROMETRICA N° 4

Data:23/09/2011

Località: Loc. Faustinella - Lonato del Garda (BS)

Quota di inizio metri s.l.m.: 134,539

Committente: Cameo S.p.A.



Nota: Installazione di piezometro da 1/2".

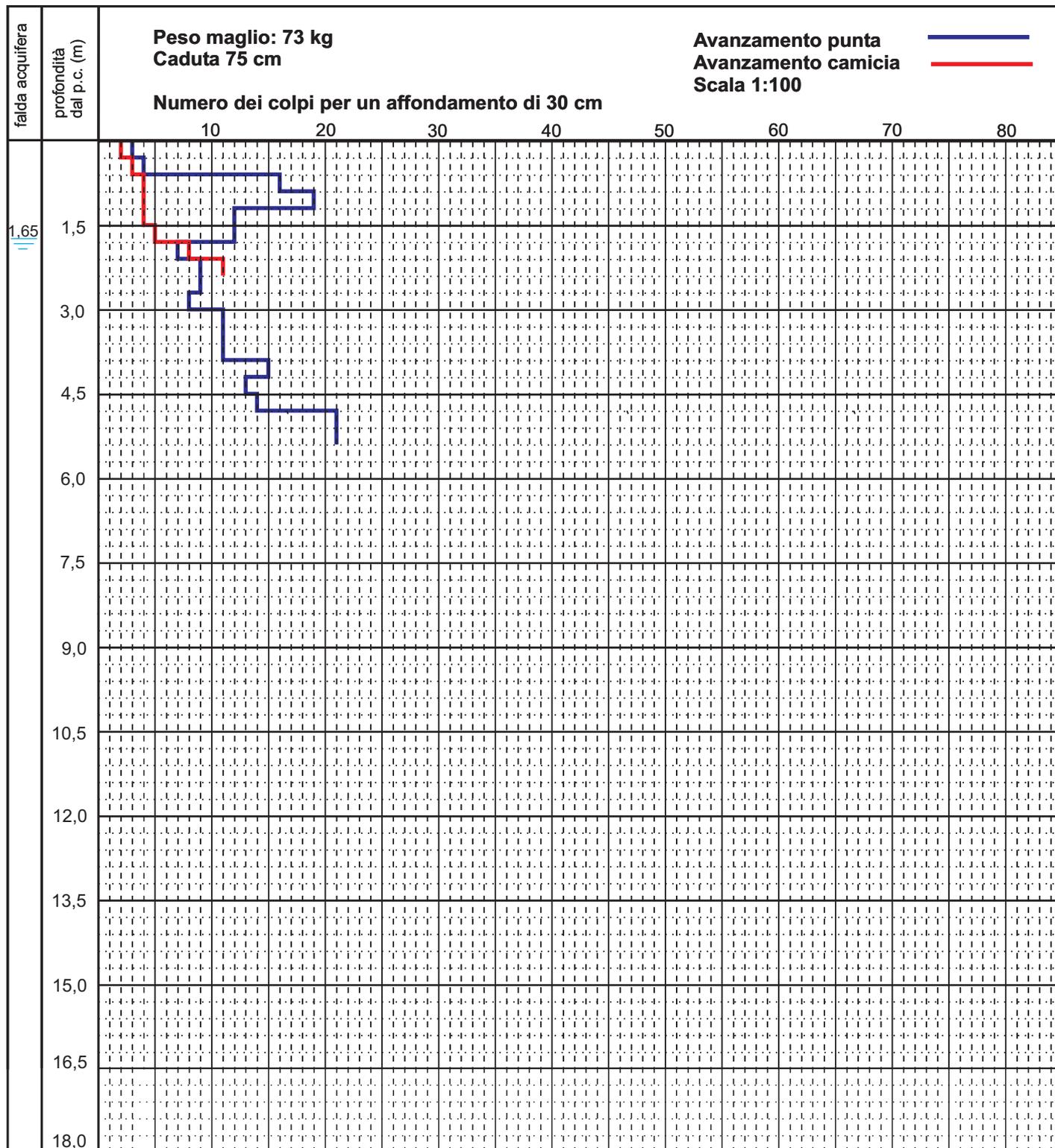
PROVA PENETROMETRICA N° 5

Data:23/09/2011

Località: Loc. Faustinella - Lonato del Garda (BS)

Quota di inizio metri s.l.m.: 134,896

Committente: Cameo S.p.A.



Nota: Installazione di piezometro da 1/2".

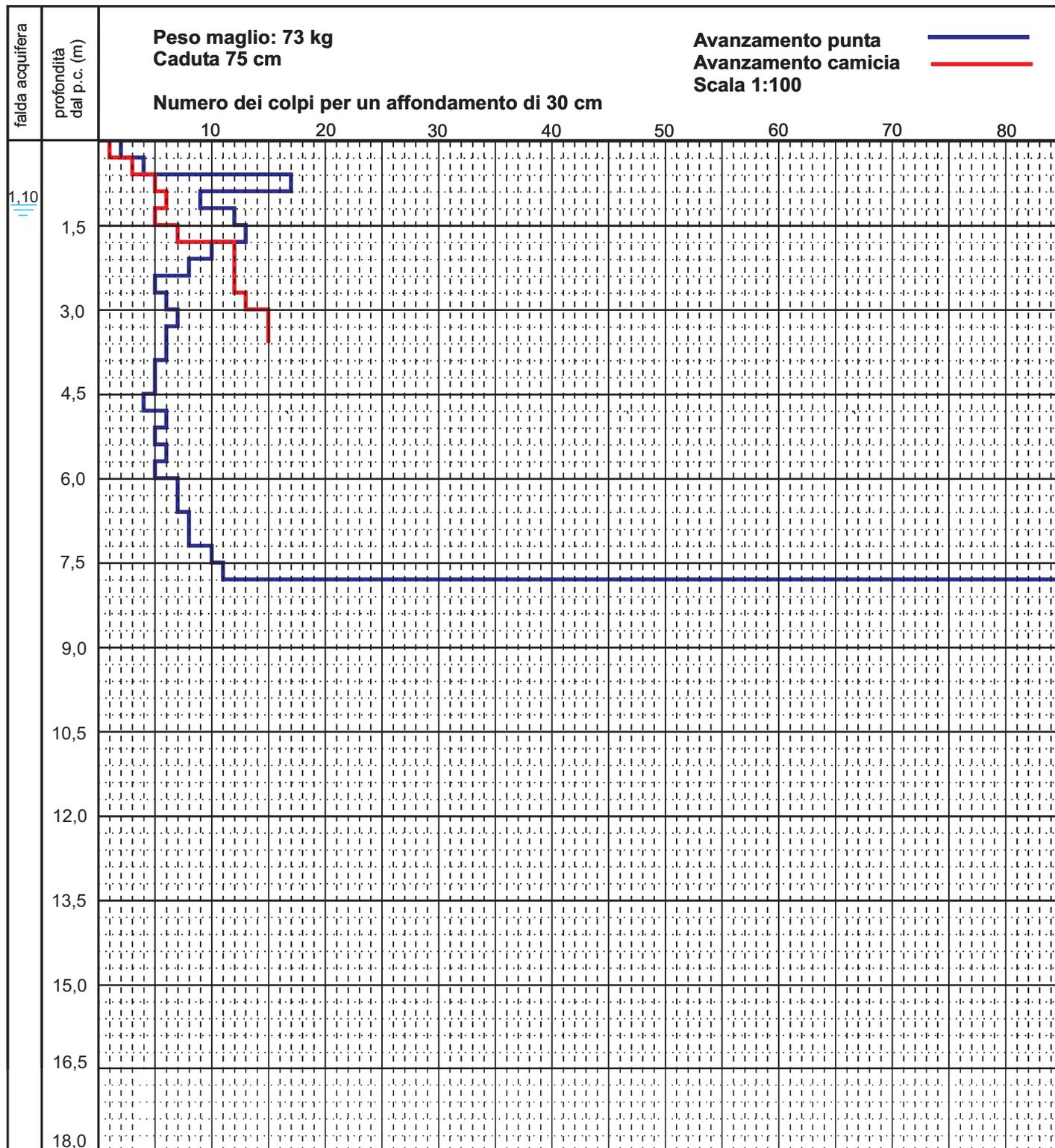
PROVA PENETROMETRICA N° 6

Data:23/09/2011

Località: Loc. Faustinella - Lonato del Garda (BS)

Quota di inizio metri s.l.m.: 134,870

Committente: Cameo S.p.A.



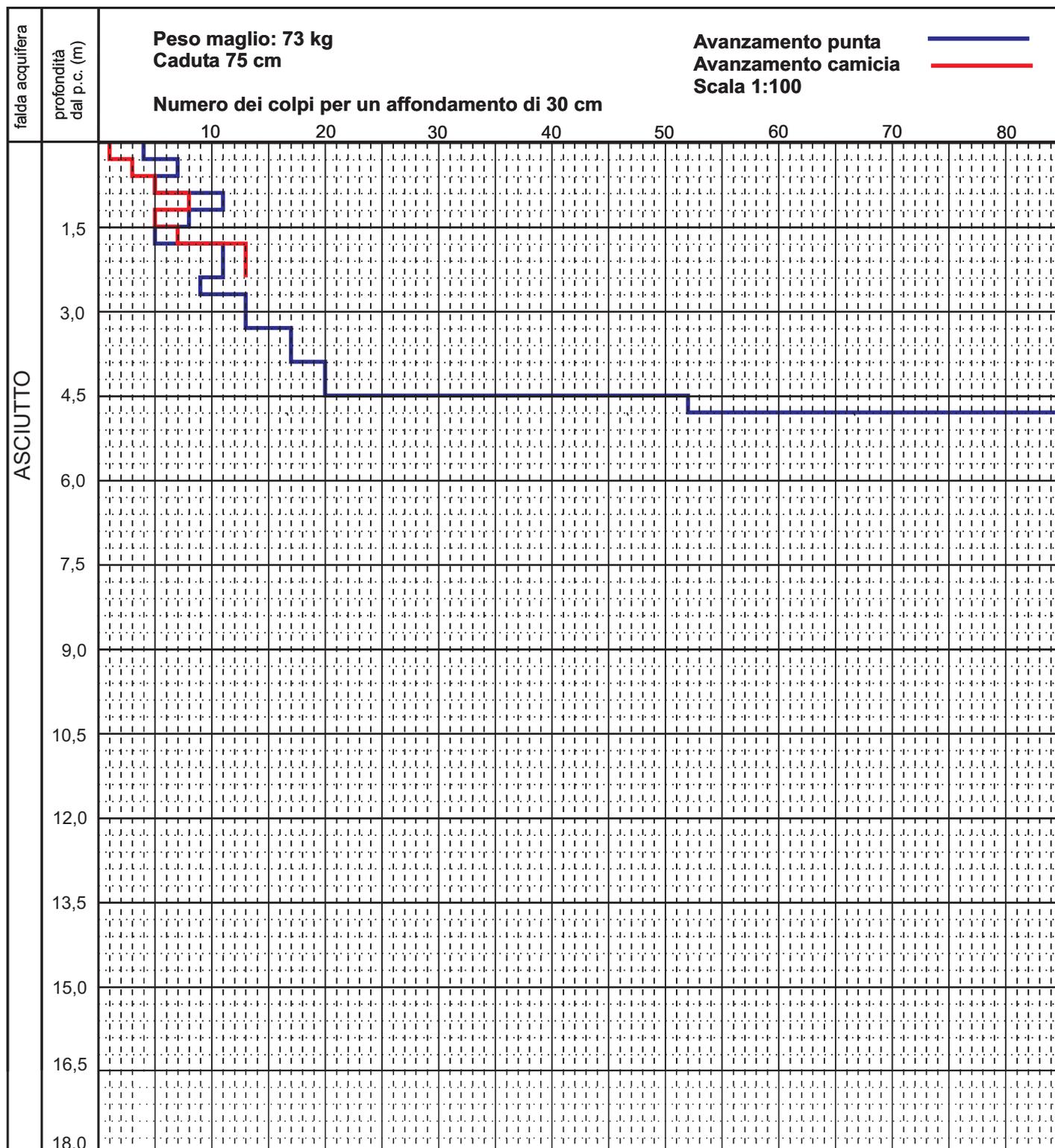
PROVA PENETROMETRICA N° 7

Data:23/09/2011

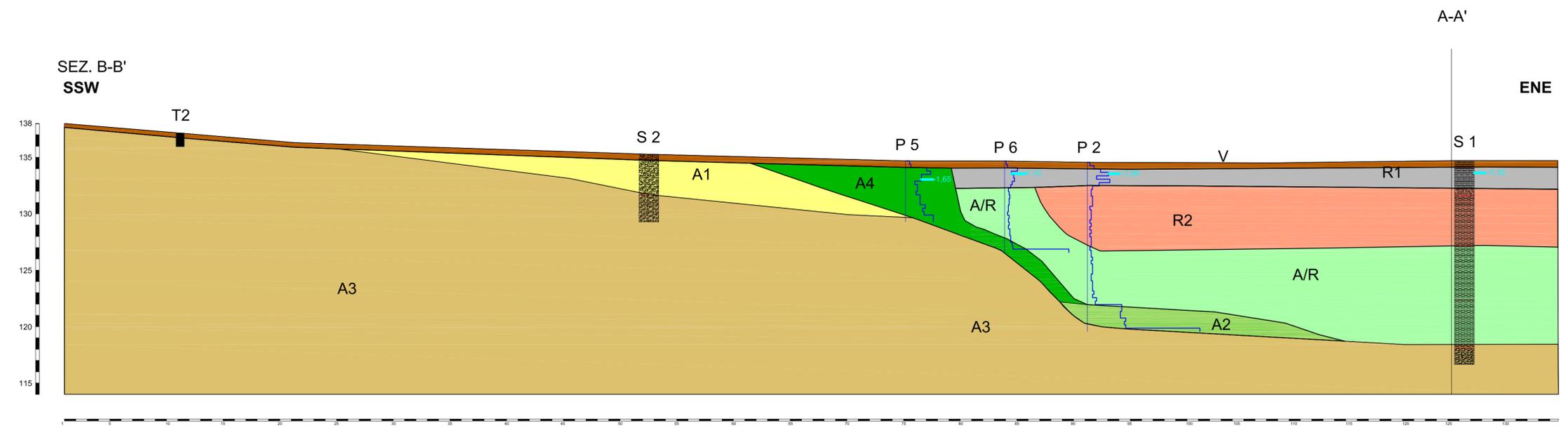
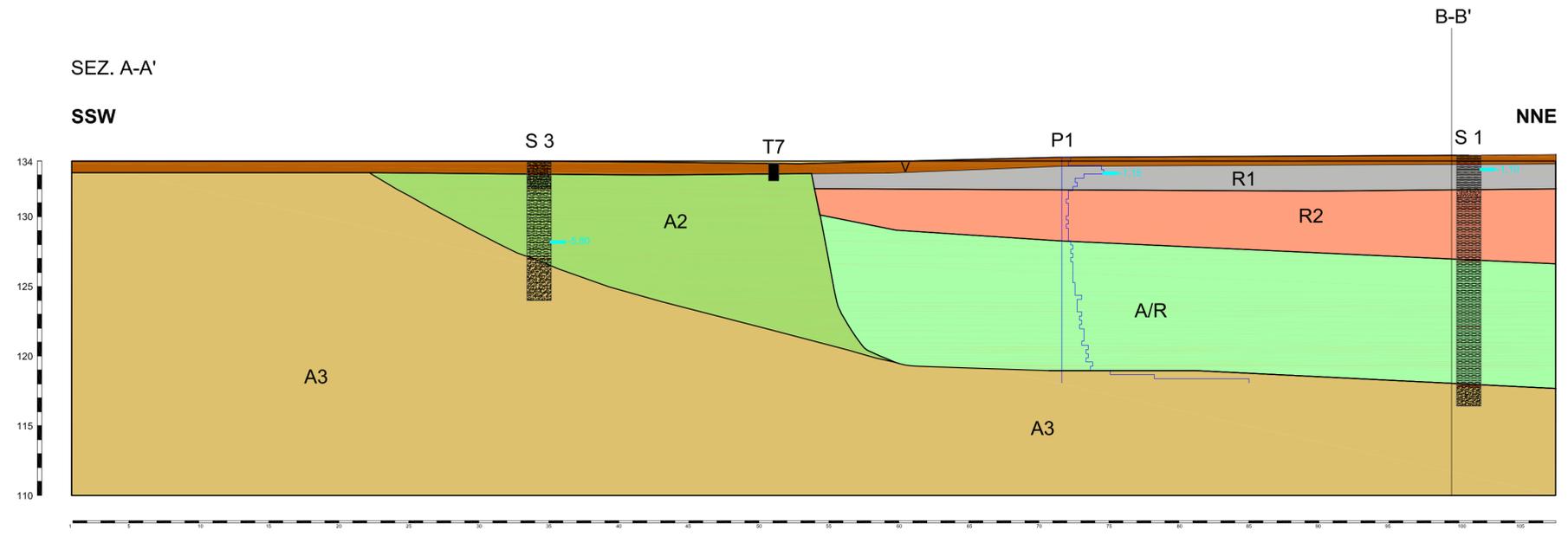
Località: Loc. Faustinella - Lonato del Garda (BS)

Quota di inizio metri s.l.m.: 134,662

Committente: Cameo S.p.A.



Nota: Installazione di piezometro da 1/2".



LEGENDA

UNITA' V : terreno vegetale

V Terreno vegetale/agrario

UNITA' R : terreno presumibilmente rimaneggiato

R1 Sottounità geotecnica R 1 : limi sabbiosi argillosi mediamente addensati
R2 Sottounità geotecnica R 2 : argilla con limo talora debolmente sabbiosa, priva di consistenza

UNITA' A/R : terreno autoctono/rimaneggiato

A/R

UNITA' A : substrato autoctono

A1 Sottounità geotecnica A 1 : depositi glaciali/depositi di contatto glaciale, da mediamente addensati ad addensati
A2 Sottounità geotecnica A 2 : depositi glaciali/depositi fluvio-glaciali, mediamente consistenti
A3 Sottounità geotecnica A 3 : depositi glaciali, da addensati a ben addensati
A4 Sottounità geotecnica A 4 : depositi fluvio-glaciali, mediamente addensati



Diagramma prove SCPT
(*) proiezione

— -1,00

Livello piezometrico (dal p.c.)

S 3



Stratigrafia dei sondaggi a carotaggio continuo

SONDAGGIO S1



POSTAZIONE



CASSA 1
 0.00 - 5.00 m



CASSA 2
 5.00 - 10.00 m



CASSA 3
 10.00 - 15.00 m



CASSA 4
 15.00 - 18.00 m

SONDAGGIO S2



POSTAZIONE



CASSA 1
0.00 - 5.00 m



CASSA 2
5.00 - 6.00 m

SONDAGGIO S3



POSTAZIONE



CASSA 1
0.00 - 5.00 m



CASSA 2
5.00 - 10.00 m

**ESECUZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE STANDARD (S.C.P.T.)
mediante PENETROMETRO DINAMICO-STATICO PAGANI mod. TG63/200**



Prova P1



Prova P2



Prova P3



Prova P4



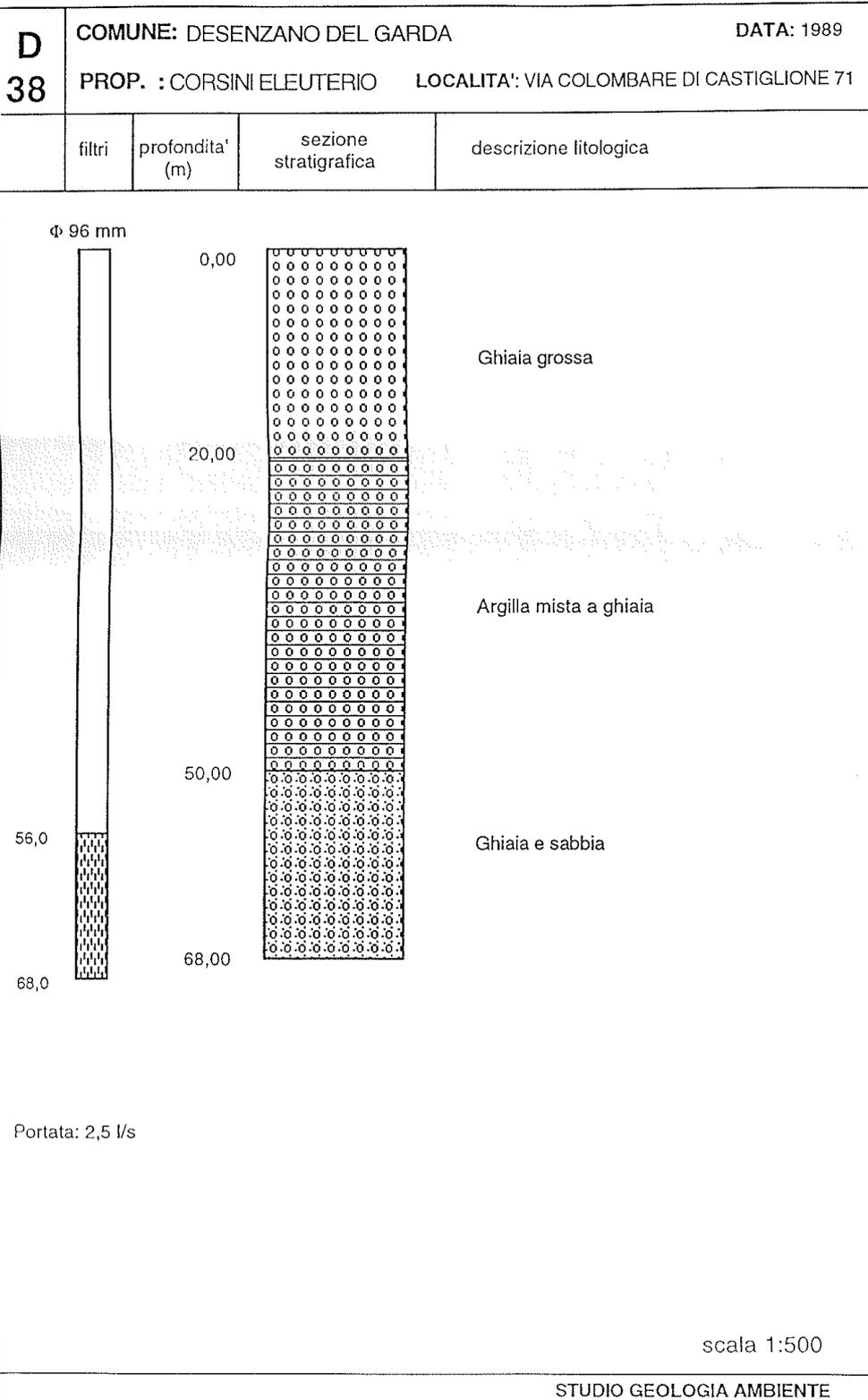
Prova P5



Prova P7



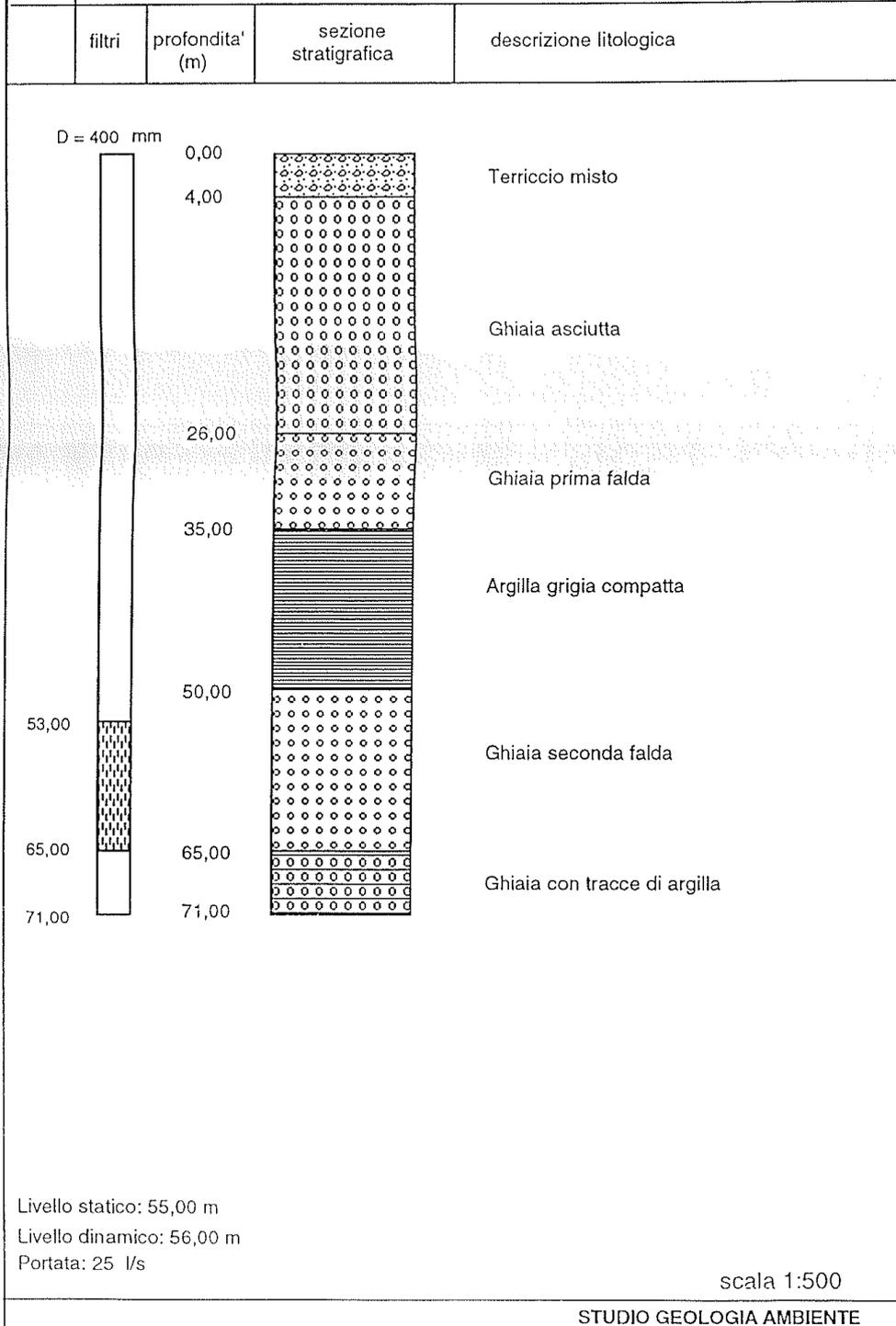
**ESECUZIONE DI
STENDIMENTO DI SISMICA
MULTICANALE mediante
GEODE 3-1000**



D
32

COMUNE: DESENZANO DEL GARDA
PROP. : NUOVA GARDA GOMME s.a.s.

LOCALITA': Via Mantova 30
DATA: Marzo 1981



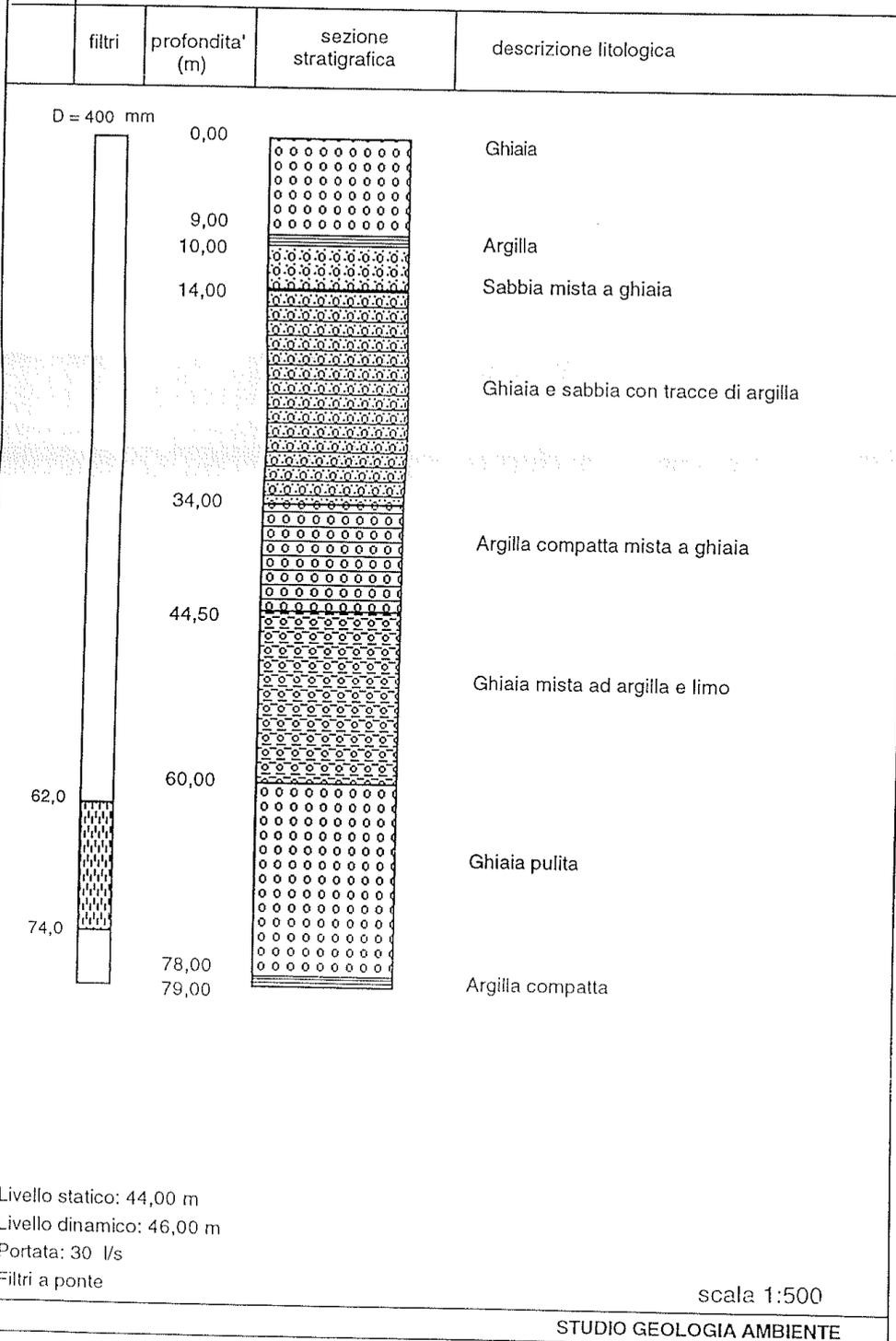
**D
33**

COMUNE: DESENZANO DEL GARDA

LOCALITA': Via Ugo La Malfa 60

PROP. : CAMEO s.p.a.

DATA: Dicembre 1980





CHEMIRICERCHE

Ecologia • Industria • Agricoltura
analisi e ricerche chimiche applicate

Istituto di ricerca altamente qualificato
e autorizzato dal Ministero.
(D.M. 9.10.85. Legge 46/82 Art. 4).

SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
N° 3271

Rapporto di prova n°: **11LA06313** del **11/10/2011**

Spett.
GEORGETESTING SRL
V.LE MICHELANGELO, 40
25015 DESENZANO DEL GARDA (BS)

Dati relativi al campione

Descrizione: **Terreno C2/S1-A (3.00-4.00)**

Data accettazione: **03/10/2011**

Data inizio analisi: **03/10/2011** Data fine analisi: **11/10/2011**

Contenitore: **Vaso in vetro**

Dati di campionamento

Data: **24/09/2011**

Campionamento a cura di: **cliente**

Luogo: **Cameo spa**

Punto di prelievo: **Lonato d/G (BS)-Loc. Faustiniella**

Trasporto: **cliente**

Parametro

Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	
antimonio <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	2,4	10	30
arsenico <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	9,7	20	50
cadmio <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	1,3	2	15
cobalto <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	9,7	20	250
cromo <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	18,7	150	800
cromo esavalente <i>DM 13/09/1999 GU SO n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1986</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	2	15
mercurio <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	1	5
nichel <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	44,2	120	500
piombo <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	57,5	100	1000
rame <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	16,9	120	600
selenio <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	1,9	3	15
zinco <i>EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2000</i>	mg/kg s.s.	70,5	150	1500
idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO DIS 16703:2003</i>	mg/kg s.s.	< 10,0	50	750
PCBs <i>EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 2007</i>	mg/kg s.s.	< 0,01	0,06	5
scheletro <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1</i>	%	< 0,1		

Limiti: D. Lgs. 03/04/06 n° 152 parte 4° - tab. 1 colonna A Residenziale e B Industriale/Commerciale

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

CHEMIRICERCHE srl

Pagina 1 di 2

25080 MOLINETTO di Mazzano (BS) - Via L. da Vinci, 12 - Tel. 030.2120015 - Fax: 030.2620635 - E-mail: chemi@chemiricerche.it - www.chemiricerche.it
C.F. e P.IVA 01031600172 - Cap. Soc. € 46.485,00 i.v. - R.E.A. n. 226262 - Reg. Imp. BS n. 01031600172

Società soggetta ad attività di direzione e coordinamento da parte di: Chemi-Fin srl con sede legale in via Maiolini, 8 - 25080 OME (BS) - Iscritta al Reg. Imp. di BS n. 02039390980



CHEMIRICERCHE

Ecologia • Industria • Agricoltura
analisi e ricerche chimiche applicate

Istituto di ricerca altamente qualificato
e autorizzato dal Ministero,
(D.M. 9.10.85. Legge 46/82 Art. 4).

SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
N° 3271

segue Rapporto di prova n°: **11LA06313** del **11/10/2011**

Note: Per la determinazione dei PCBs è stata utilizzata la miscela Aloclor 1262.

Fine del rapporto di prova n° **11LA06313**

Il Responsabile del laboratorio



I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

CHEMIRICERCHE srl

25080 MOLINETTO di Mazzano (BS) - Via L. da Vinci, 12 - Tel. 030.2120015 - Fax: 030.2620635 - E-mail: chemi@chemiricerche.it - www.chemiricerche.it
C.F. e P.IVA 01031600172 - Cap. Soc. € 46.485,00 i.v. - R.E.A. n. 226262 - Reg. Imp. BS n. 01031600172

Società soggetta ad attività di direzione e coordinamento da parte di: Chemi-Fin srl con sede legale in via Maiolini, 8 - 25080 OME (BS) - Iscritta al Reg. Imp. di BS n. 02039390980

Pagina 2 di 2