

MECCANICA DELLA NEVE
&
INGEGNERIA GEOTECNICA

ING. SILENE CRESSERI, Ph.D.

via XX Settembre ,8
25122 Brescia

cell. 333 76 57 620
email: silecres@ libero.it

SIG.RA DANIELA RAMBOTTI

Lonato del Garda (Bs)

P.I.I. via Battaglie

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Allegati:

1. Corografia (Estratto C.T.R. alla scala 1:10.000)
2. Inquadramento geologico, scala 1:20.000
3. Carta geomorfologica, scala 1:20.000
4. Planimetria di rilievo con ubicazione dei punti di indagine
5. Diagrammi penetrometrici, scala 1:100

| Indica le parti modificate con l'ultima revisione

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO
00	06/08/13	Emissione	S. Cresseri

Dott. Ing. SILENE CRESSERI Ph.D.
via XX Settembre, 8 – 25122 Brescia • tel. 333 76 57 620

INDICE

1	<i>INTRODUZIONE</i>	3
2	<i>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA</i>	5
3	<i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE</i>	5
4	<i>QUADRO IDROGEOLOGICO</i>	10
5	<i>ASSETTO LITOLOGICO</i>	16
6	<i>QUADRO DEI DISSESTI</i>	19
7	<i>INQUADRAMENTO SISMICO</i>	20
8	<i>MODELLO GEOTECNICO</i>	22
9	<i>FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO</i>	25
10	<i>NOTE CONCLUSIVE</i>	26
11	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	27

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	2	27

Dott. Ing. SILENE CRESSERI Ph.D.
via XX Settembre, 8 – 25122 Brescia • tel. 333 76 57 620

1 INTRODUZIONE

La presente relazione geologica è redatta a corredo del Programma Integrato di Intervento previsto nel comune di Lonato (Bs) in via Battaglie, su incarico dei dottori ingg. Danesi e Menapace e per conto della sig.ra Daniela Rambotti.

Il progetto prevede la realizzazione di n.10 unità abitative di altezza massima pari a 2 piani fuori terra e con piano interrato.

Al fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni di fondazione è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche.

Per individuare la successione stratigrafica del sottosuolo e stimare le proprietà meccaniche dei litotipi presenti, sono state effettuate due prove penetrometriche dinamiche continue con attrezzatura Pagani DPSH a sganciamento automatico (Foto 1).



Foto 1 – Penetrometro Pagani DPSH, punto di indagine P1.

Nei fori delle due prove sono stati installati altrettanti piezometri a tubo aperto per la rilevazione della falda. I piezometri sono stati inseriti fino ad una profondità di circa 3 m. Non

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	3	27

Dott. Ing. SILENE CRESSERI Ph.D.
via XX Settembre, 8 – 25122 Brescia • tel. 333 76 57 620

è stato possibile raggiungere profondità superiori in quanto, per la natura incoerente del terreno, le pareti del foro si sono richiuse durante il sollevamento delle aste di prova.

Fino alla profondità raggiunta con i piezometri, non è stata rilevata la presenza di acqua. Del resto, nelle cave di ghiaia prossime all'area in esame (Foto 2), si è osservato l'affioramento della falda acquifera ad una profondità di circa -4,5 m dal piano stradale di via Battaglie.



Foto 2 – Affioramento della falda nella cava di ghiaia posta nelle vicinanze.

Si precisa che, in base al rilievo plano-altimetrico fornito dai progettisti, risulta che il lotto di terreno oggetto di indagine presenta una lieve pendenza a salire, procedendo dal piano stradale verso l'interno. In particolare, rispetto ai due punti di indagine P1 e P2 (vedasi tavola 4 per l'esatta ubicazione), dal piano stradale il dislivello è rispettivamente di circa +0.45 m e +2.30 m.

Lo studio, volto ad individuare le caratteristiche geotecniche e la capacità portante dei terreni, è stato eseguito nel rispetto della normativa vigente in materia.

Il territorio del comune di Lonato è inserito in zona sismica 3 dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28/4/2006. Oltre a questa ordinanza, per le

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	4	27

Dott. Ing. SILENE CRESSERI Ph.D.
via XX Settembre, 8 – 25122 Brescia • tel. 333 76 57 620

indagine conoscitive e per l'elaborazione e interpretazione dei loro risultati in prospettiva antisismica e con riferimento agli stati limite sono state tenute in considerazione le seguenti normative vigenti:

- D.M. 11/03/1988, “Normativa geotecnica”.
- Testo Unico, Norme tecniche per le costruzioni (G.U. 23.09.05).
- D.M. 14.01.08 Cap. 6, “Progettazione geotecnica”.
- Circolare C.S.LL.PP. N° 617, “Istruzioni per l'applicazione delle Norme del 14.01.08.

Nella stesura del presente documento, inoltre, si è fatto riferimento alla Relazione Geologica datata Marzo 2010 a firma della dott.ssa geol. Rosanna Lentini, redatta a corredo del PGT comunale.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

Il sito in esame si colloca a sud-est del paese di Lonato del Garda, lungo la strada di collegamento con l'abitato di Castel Venzago (vedasi Tav.1).

L'area, attualmente ad uso agricolo, si presenta sostanzialmente sub-pianeggiante, essendo leggermente digradante verso il lato stradale.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

L'origine della Pianura Padana è legata alla dinamica orogenetica alpina. Al termine delle fasi deformative orogenetiche che hanno interessato il substrato roccioso, le valli alpine e prealpine apparivano come profonde e strette forre prodotte dall'intensa azione erosiva dei fiumi.

Ciò era legato all'abbassamento del livello erosionale di base verificatosi nel Messiniano, conseguente al progressivo disseccamento del Mar Mediterraneo.

Successivamente nel Pliocene, il livello del Mediterraneo tornò ad aumentare e così il mare invase le vallate, generando una morfologia costiera “a fiordi”.

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	5	27

Sul fondo roccioso di quelle che prima erano le valli, si accumularono sedimenti marini costituiti in prevalenza da argille, limi e depositi sabbiosi che inglobavano resti di gusci di conchiglie.

Tra la fine del Pliocene e l'inizio del Pleistocene si ebbe una progressiva riduzione della profondità del mare, legata a cause tettoniche (sollevamento). Il mare, così, si ritirò progressivamente sino al livello attuale. Parallelamente riprese anche l'attività erosiva sui versanti e il trasporto solido lungo le vallate, con conseguente apporto di materiali grossolani (prevalenza di blocchi, ciottoli e ghiaie) sino alle zone di sbocco nel mare.

Si verificò, in tal modo, il progressivo e lento colmamento della depressione padana e la formazione della pianura alluvionale attuale. Ciò avvenne congiuntamente alla progressiva deformazione del fondale marino a causa delle successive spinte orogenetiche che determinarono la formazione di depressioni e alti strutturali.

I depositi glaciali, fluvioglaciali e fluviali postglaciali hanno colmato e regolarizzato la superficie di sedimentazione, raggiungendo spessori notevoli.

Dal punto di vista morfologico e morfostratigrafico, si possono distinguere alcuni grandi sistemi fisiografici principali. Procedendo da nord si incontra, presso il margine alpino e allo sbocco delle principali vallate prealpine, il sistema di depositi glaciali che costituiscono gli apparati morenici del limite alpino (es. lago di Como e Lecco, Iseo, Garda).

Questo sistema è composto da una grande varietà di sedimenti di origine glaciale, proglaciale (fluvioglaciale, glaciolacustre, ecc...) ed eolica, depositi durante le fasi di maggiore recrudescenza climatica del Pleistocene (le glaciazioni), quando i ghiacciai alpini si spingevano fino al margine della pianura trasportando e depositando materiali erosi nelle Alpi. Vi si trovano morfologie relitte e inattive, che testimoniano condizioni morfodinamiche, climatiche e ambientali non in equilibrio con il sistema attuale.

Depositati e forme sono databili al Pleistocene. Le morfologie meglio conservate sono quelle relative all'ultima espansione glaciale, definita in letteratura come Würm, che raggiunse il suo massimo all'incirca 18.000 anni fa.

Su questi depositi si sono sviluppati, dal momento del ritiro dei ghiacciai fino ad oggi, suoli derivanti dall'azione dei processi di alterazione pedogenetica. Si tratta nella maggior parte

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	6	27

dei casi di suoli profondi e discretamente alterati dall'evoluzione continuativa almeno degli ultimi 15.000 anni circa.

La porzione centrale della Pianura Padana è occupata dal sistema dei depositi alluvionali, che costituisce la pianura alluvionale vera e propria.

Nel settore di pianura a nord del Po si riconosce, a fronte dell'eterogeneità di cui sopra, una certa omogeneità nella sequenza evolutiva. In corrispondenza del margine prealpino si individua un sistema di conoidi che va a raccordarsi con i complessi morenici delle glaciazioni più recenti e che, procedendo verso l'area centro-padana, forma un ampio terrazzo rilevato rispetto agli alvei dei principali corsi d'acqua di provenienza alpina, sebbene con alcune significative eccezioni.

Questo terrazzo è tradizionalmente indicato dalla letteratura scientifica come "Livello Fondamentale della Pianura", la cui superficie, lievemente ondulata da una serie di dossi, è interrotta dalle incisioni dei principali tributari sinistri del Po che vanno a costituire un sistema di valli, il cui limite è sottolineato da scarpate erosive.

In queste stesse valli è sovente possibile distinguere molteplici terrazzi morfologici. Vi affiorano depositi fluviali olocenici del cosiddetto "Alluvium attuale" ed "Alluvium medio". Si tratta di sedimenti sciolti, con tessitura da ghiaiosa a limosa, al cui tetto si trovano suoli poco evoluti.

Nell'area di studio, il Livello Fondamentale si compone di depositi ghiaiosi e sabbiosi appartenenti al "Fluvioglaciale e Fluviale Würmiano" al cui tetto si rilevano suoli profondi e ben evoluti. La posizione morfologica e le caratteristiche dei sedimenti consentono di datare questa unità al Pleistocene superiore.

L'assetto fisiografico e stratigrafico della pianura alluvionale riflette i caratteri dell'evoluzione morfologica durante il Quaternario. Il modello evolutivo più recente ritiene, in linea generale, che il Livello Fondamentale rappresenti l'ultima grande fase di riempimento del bacino padano, i cui più recenti episodi di accrescimento si sarebbero attuati alla fine del Tardiglaciale.

Successivamente, nell'Olocene iniziale, un'intensa fase erosiva portò i corsi d'acqua di provenienza alpina ad incidere linearmente i depositi del Livello Fondamentale,

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	7	27

approfondendosi rispetto ad esso e dando origine alle valli. In tal modo la superficie del Livello Fondamentale, isolata dai fenomeni fluviali che avevano luogo nelle valli, è venuta a trovarsi in una situazione di sostanziale stabilità geomorfologica, soggetta ai soli processi pedogenetici e, a meno di alcune eccezioni, senza significativi fenomeni di sedimentazione.

All'interno della pianura lombarda si possono distinguere tre settori con caratteristiche litologiche, morfologiche, podologiche e idrogeologiche differenti : alta, media e bassa pianura.

L'alta pianura è delimitata verso sud dalla linea delle risorgive ed è caratterizzata dalla presenza di depositi fluvioglaciali ghiaiosi grossolani o ciottolosi in matrice essenzialmente sabbiosa. Lo spessore dei sedimenti grossolani varia da oltre 100 m verso nord a 30-40 m al limite della fascia delle risorgive.

La media pianura corrisponde grosso modo alla fascia delle risorgive ed è caratterizzata da depositi alluvionali sabbiosi e ghiaiosi passanti a limosi sabbiosi. La diminuzione della permeabilità dei depositi unitamente al decremento del gradiente topografico induce la superficie freatica ad avvicinarsi al piano di campagna e, in corrispondenza di depressioni naturali e/o artificiali, si verifica il fenomeno delle risorgive.

La bassa pianura a sud della linea delle risorgive è caratterizzata dalla prevalenza di depositi a granulometria più fine come sabbie e limi argillosi.

Il limite tra alta e medio-bassa pianura ha diversi significati:

- morfologico: si passa da una topografia maggiormente acclive e accidentata a una topografia pianeggiante o suborizzontale;
- geologico: si passa da depositi alluvionali grossolani a terreni più fini;
- idrogeologico: si passa da terreni più permeabili a terreni dotati di permeabilità più bassa.

L'area esaminata afferisce, per la maggior parte, all'unità geomorfologica dell'Alta Pianura, ovvero al Livello Fondamentale. Come si evince dalla tavola 3, del resto, si osserva la presenza di altre unità geomorfologiche, man mano che ci si approssima all'area benacense.

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	8	27

Buona parte del territorio comunale di Lonato afferisce all'area morenica gardesana, la cui origine si differenzia completamente da quella degli ambiti di pianura.

Il territorio di Lonato del Garda si colloca entro il Basso Garda Bresciano, che si estende tra le cerchie moreniche originate nel Quaternario, a seguito del ritiro dei ghiacciai alpini trasfluenti dalla Valle dell'Adige e del Chiese e canalizzati nel solco strutturale gardesano preesistente e con andamento giudicariense.

Le cerchie moreniche, con andamento circa concentrico rispetto alla linea di costa del lago, segnano le diverse fasi di espansione dei ghiacciai. Da un punto di vista cronostratigrafico, le cerchie moreniche possiedono, in linea generale, età crescente allontanandosi dalla linea di riva.

Durante lo scioglimento delle masse glaciali si originavano torrenti fluvio-glaciali che smantellavano i cordoni morenici già formati e deponevano il materiale nelle depressioni rimaste entro le diverse cerchie.

Tra i rilievi morenici sono talora presenti ampi ripiani, delimitati da scarpate, che corrispondono a terrazzi di *kame* formati durante le fasi di ritiro del ghiacciaio. Il dilavamento del fronte dei ghiacciai ad opera delle acque di fusione, ha determinato altresì l'accumulo di materiali a contatto con le stesse masse glaciali.

Talora le cerchie moreniche appaiono discontinue a seguito dell'azione di sfondamento praticata dagli stessi corsi d'acqua fluvio-glaciali.

Alcune depressioni o conche presenti sul territorio corrispondono a strutture relitte, formate nei pressi del fronte glaciale.

In letteratura, le cerchie più interne sono riferite per lo più alla fase glaciale Würmiana mentre quelle più esterne sono attribuite al Riss, anche se non esiste uniformità di classificazione delle cerchie moreniche alle singole glaciazioni da parte dei diversi Autori.

Va in ogni caso sottolineato come possono essere distinte oscillazioni del ghiacciaio di ordine minore nell'ambito delle singole fasi Würm e Riss, sia per i periodi glaciali che per quelli interglaciali.

Le unità litostratigrafiche riconosciute a suo tempo da Venzo (1957) per il territorio di Lonato del Garda comprendono limitati lembi di depositi glaciali e fluvio-glaciali attribuiti al

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	9	27

Würm (cordone morenico di Maguzzano) e quindi diffusamente nel territorio depositi glaciali e fluvioglaciali del Riss.

Studi stratigrafici recenti (Cremaschi, 1987) attribuiscono i depositi morenici e fluvioglaciali affioranti nell'area di Lonato all'Unità di Sedena del Pleistocene Medio e Medio-Superiore e all'Unità di Solferino del Pleistocene Superiore.

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 impostò gradualmente anche la rete idrografica diretta verso il lago. In corrispondenza delle depressioni intermoreniche meglio sviluppate si formarono aree palustri.

La formazione del Lago di Garda ebbe una certa influenza sul modellamento della fascia costiera. Variazioni del livello del lago hanno più di una volta determinato un avanzamento della linea di riva (Baroni, 1985).

Di conseguenza, in prossimità della costa, le fasce depresse di origine glaciale furono colmate con materiali lacustri. La fascia costiera del lago divenne un ambiente di deposizione di materiali fini associati ai depositi più grossolani delle spiagge.

Infine, l'azione antropica di modellamento della superficie topografica, dapprima essenzialmente legata alle pratiche agricole e successivamente alla progressiva urbanizzazione, ha portato nel tempo il territorio all'attuale configurazione.

4 QUADRO IDROGEOLOGICO

La successione di unità litostratigrafiche aventi comportamento idrogeologico omogeneo (permeabilità, trasmissività e porosità simili) costituisce una serie idrogeologica. Nella zona di pianura è stata riconosciuta una **serie idrogeologica** definita da quattro unità sovrapposte (Avanzini et al., 1995), qui di seguito descritte.

- *Substrato roccioso indifferenziato*: è costituito dalle rocce mesozoiche e terziarie che affiorano lungo il margine settentrionale della pianura e sporadicamente nella zona occupata dall'anfiteatro morenico sebino. In prossimità delle aree di affioramento, il

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	10	27

substrato si rinviene a profondità variabili fra 30 e 100 m. Procedendo verso Sud, si approfondisce ulteriormente al di sotto della coltre quaternaria. Il substrato, se fratturato, può contenere falde idriche limitate ma di buona qualità.

- *Unità “villafranchiana Auct”*: è costituita da depositi continentali formati da limi, limi sabbiosi e argillosi, con intercalazioni di sabbia e ghiaia. Queste ultime sono ovunque subordinate ai terreni limosi, dalla caratteristica colorazione grigio azzurra e spesso recanti intercalazioni di torbe nerastre. A questa unità fanno seguito, verso il basso, i sedimenti del Pleistocene inferiore di origine marina, i quali hanno litologia e comportamento idrogeologico analogo a quello dei sedimenti continentali. I terreni di questa unità non fanno parte delle unità affioranti, ma la loro presenza è messa in evidenza dalle numerose stratigrafie dei pozzi esistenti, costituendo il substrato degli acquiferi superficiali più produttivi. Le acque contenute nelle rare lenti permeabili sono di qualità scadente per la presenza diffusa di ferro e idrogeno solforato. Tuttavia, essendo confinate in strati impermeabili, tali acque hanno il pregio di essere protette da infiltrazioni superficiali spesso contaminate da attività antropiche.
- *Unità a conglomerati e fluvioglaciale Mindel – Riss*. Si tratta di una successione di conglomerati, sabbia, arenaria e rare ghiaie, che si rinviene a varie profondità e rappresenta un orizzonte abbastanza continuo nella fascia pedemontana e in corrispondenza dello sbocco dei fiumi nella pianura. Procedendo verso Sud si osserva una graduale riduzione di spessore dei conglomerati che fanno transizione a sabbie, ghiaie e prevalenti argille, attribuibili alle diverse fasi glaciali del Pleistocene medio. Questa unità è relativamente produttiva specie in livelli in cui il conglomerato si presenta fratturato.
- *Unità ghiaioso-sabbiosa*: è costituita da ghiaie e sabbie dei sedimenti alluvionali recenti e di quelli fluvioglaciali würmiani. E' sede della prima falda, che generalmente risulta abbondante anche a causa dell'infiltrazione dalla superficie, ma è pure la più vulnerabile, soprattutto laddove la soggiacenza è ridotta come in prossimità della fascia dei fontanili. Nell'ambito delle unità poroso – permeabili corrispondenti ai depositi würmiani, particolare rilevanza viene assunta dalle caratteristiche tessiturali degli

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	11	27

orizzonti superficiali in grado di proteggere superficialmente le falde sottostanti. Questa garanzia è fornita da limi ed argille affioranti in varie zone della pianura bresciana.

L'area morenica del Garda richiede un discorso a parte. L'assetto idrogeologico del territorio di Lonato d/G è fortemente condizionato dalla presenza di una vasta area riconducibile ad un ambito morenico, piuttosto articolato con presenza di numerose cerchie collinari interrotte da piane intramoreniche e/o fluvioglaciali ad andamento sinuoso e con sedimenti di spessore variabile e per lo più contenuto, cui si contrappone l'ambito fluvioglaciale della piana occidentale, ampio settore pianeggiante, caratterizzato da spessori considerevoli di sedimenti.

Nei due ambiti la circolazione idrica sotterranea possiede caratteri peculiari. Un contributo recente alla conoscenza degli acquiferi della Pianura Padana è fornito dalla pubblicazione della Regione Lombardia e ENI Divisione AGIP "Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia" (Carcano & Piccin, 2002). Tale documento rappresenta la sintesi dei dati relativi al sottosuolo della pianura padana e relativi a stratigrafie dei pozzi AGIP, sondaggi profondi e pozzi per acqua.

Gli Autori distinguono quattro Gruppi Acquiferi: A, B, C e D (Figura 1). Ciascun gruppo possiede un proprio flusso idrico e un livello di falda distinto. Queste quattro unità principali sono limitate alla base da barriere di permeabilità a carattere regionale costituite da livelli impermeabili (aquicludo) o da livelli a ridotta permeabilità (aquitardo).

In ogni gruppo acquifero possono essere riconoscibili diversi Complessi Acquiferi separati da livelli a ridotta permeabilità o impermeabili.

Ogni complesso è costituito da un Sistema Acquifero (sistema di serbatoi con barriere di permeabilità locali) e da un Sistema Aquitardo (insieme di corpi a bassa permeabilità o impermeabili contenenti serbatoi di limitata estensione).

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	12	27

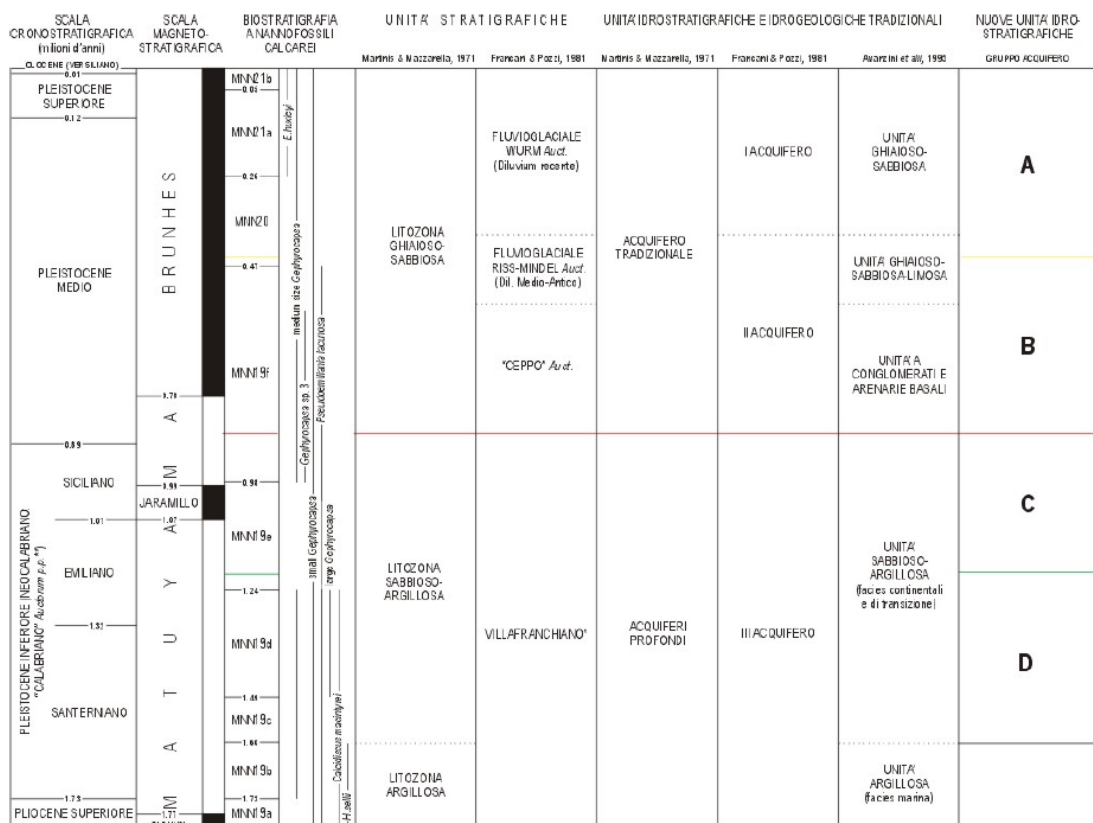


Figura 1 – Schema dei rapporti stratigrafici. Da Carcano & Piccin (2002).

Partendo dalla superficie, i caratteri salienti di ogni gruppo sono:

Gruppo A: l'ambiente di sedimentazione è esclusivamente continentale, con sistemi di deposizione di piana alluvionale ad elevata energia e quindi prevalgono ghiaie grossolane poligeniche a matrice sabbiosa. Si verifica una riduzione della granulometria da nord verso sud che comporta, nelle aree meridionali, la presenza di intercalazioni argillose che determinano confinamenti locali della falda. Lo spessore complessivo è di 20-40 metri. Per questo gruppo viene segnalata la presenza di una barriera di permeabilità a carattere regionale posta alla profondità di circa 25-30 metri.

Gruppo B: è molto simile al gruppo precedente per ambiente di deposizione e prevalenza di granulometrie grossolane. Risulta, quindi, spesso difficilmente distinguibile. Si nota un generale aumento della granulometria verso l'alto stratigrafico: si passa da prevalenti sabbie con intercalazioni di argille siltose verdi e resti organici alla base, a ghiaie prevalenti nella zona prossima ai rilievi o sabbie in quella distale. In tutta la pianura lombarda questo gruppo segna il

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	13	27

passaggio verso l'alto all'ambiente continentale di piana alluvionale ad elevata energia dominata da corsi d'acqua di tipo braided e direzione di alimentazione da Nord a Sud. Il suo spessore complessivo è di 40-50 metri.

Gruppo C: rappresenta la rapida progradazione, da Ovest a Est (o Nordovest-Sudest), dei sistemi deposizionali padani nell'antistante bacino. A ciò è legata la notevole variabilità degli ambienti di sedimentazione: si passa da quello marino di piattaforma ai depositi di transizione deltizi o litorali fino a giungere ai depositi continentali di piana alluvionale di bassa energia con corsi d'acqua a meandri. Le datazioni attribuiscono tale gruppo alla parte bassa del Pleistocene Medio. Si riconoscono due cicli deposizionali separati da una fase di trasgressione marina. Partendo dal basso, il ciclo inferiore è costituito da: depositi marini di piattaforma con argille siltoso-sabbiose grigie fossilifere. Si passa poi agli ambienti litoranei di transizione con sabbie prevalenti e quindi a quelli deltizi a sabbie grossolane. Quindi si arriva all'ambiente continentale di bassa energia con piane alluvionali a sabbie prevalenti con alternate argille siltose verdi e argille palustri bruno nerastre. All'inizio del ciclo superiore si ha di nuovo l'ambiente continentale di piana alluvionale con lo sviluppo di sistemi deltizi a sabbie prevalenti che costituiscono importanti ed estesi serbatoi idrici.

Gruppo D: rappresenta un sistema deposizionale di delta-conoide progradante da Nord verso Sud. Alla base prevalgono le argille siltose e i limi con sottili intercalazioni di sabbie fini, che sono sostituite gradualmente verso l'alto da sabbie e ghiaie. Le datazioni attribuiscono il gruppo D alla parte alta del Pleistocene Inferiore. Alla base della sequenza sedimentaria è presente il Gruppo Acquifero saturo di acqua salmastra/salata.

Partendo quindi dalle queste informazioni bibliografiche disponibili, l'assetto idrogeologico di dettaglio per la zona in cui ricade il sito in esame si può riassumere come di seguito indicato:

- **Ambito Morenico delle Cerchie Interne:** nell'area di pertinenza dell'anfiteatro morenico interno si possono riconoscere *falde superficiali sospese* (settori collinari) o, più limitatamente, *freatiche* (settori pianeggianti). Più in profondità sono presenti *falde confinate o semiconfinate* circolanti in intervalli ghiaioso-sabbiosi, permeabili, intercalati entro la sequenza morenica ricca di frazione limoso-argillosa e quindi complessivamente

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	14	27

poco permeabile. Tali falde risultano per lo più discontinue lateralmente in relazione alla variabilità litostratigrafica dei depositi morenici. Di seguito sono descritte le caratteristiche principali di questi acquiferi:

1. *Falde superficiali freatiche*: presso alcuni dei settori pianeggianti e/o depressi morfologicamente si hanno di norma falde freatiche confinate entro i depositi di contatto glaciale o glaciolacustri di depressione intermorenica o fluvioglaciali, per lo più di modesto spessore. Questi acquiferi possiedono generalmente scarsa produttività. L'alimentazione è legata agli apporti delle acque di diretta infiltrazione, dei 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 un andamento talora discontinuo, con bassa soggiacenza dal piano campagna. Il livello piezometrico subisce in ogni caso delle naturali oscillazioni stagionali in funzione della piovosità. Nelle piane maggiormente estese (Piana di Croce di Venzago-Campagnoli) l'acquifero freatico può presentare maggiore potenzialità. La soggiacenza risulta in ogni caso variabile e localmente può essere pari a vari m dal p.c., in relazione soprattutto allo spessore dei depositi. Il deflusso sotterraneo della falda freatica segue in generale un debole gradiente topografico in direzione del centro delle piane e degli elementi idrografici drenanti.

2. *Falde superficiali sospese*: nei depositi glaciali e di contatto glaciale sono presenti, in relazione alle condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali, acquiferi discontinui e poco produttivi circolanti al tetto di livelli limoso-argillosi impermeabili, generalmente di bassa potenzialità, alimentati prevalentemente dalle precipitazioni meteoriche. Tali falde possono dare origine, al piede delle colline moreniche, a manifestazioni sorgentizie di portata per lo più trascurabile (ad es. sorgenti di Sedena e Maguzzano). Numerosi pozzi superficiali, scavati a mano e prevalentemente in disuso, lungo i bordi collinari e/o sui rilievi morenici, interessano gli acquiferi sospesi. Particolarmente significativa appare la realizzazione, in passato, di numerosi pozzi di questo tipo presso il centro storico di Lonato o presso svariate cascine presenti nell'ambito collinare.

3. *Falde medie e profonde: acquiferi multistrato semiartesiani*. Entro i depositi morenici, a profondità differenti e di norma di alcune decine di m dal p.c., sono presenti falde medie e profonde confinate o semiconfinate che rappresentano gli

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	15	27

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 (acquitardi). Si tratta di falde normalmente dotate di un certo grado di artesianesimo, non direttamente influenzate dall'andamento delle precipitazioni e collegate ad alimentazioni distali.

5 ASSETTO LITOLOGICO

La successione litostratigrafica delle unità presenti nel territorio esaminato è rappresentata da terreni riferibili al Quaternario, a partire dal Pleistocene, che possono essere così schematizzati (dai più antichi ai più recenti):

I. **Unità di Sedena (Pleistocene Medio – Medio Superiore)**: l'Unità di Sedena affiora esternamente all'Unità di Solferino, possedendo il ghiacciaio un'estensione leggermente maggiore. In territorio di Lonato d/G è rappresentata la morena più esterna dell'unità (rilievi collinare di Drugolo, C.na Falcone, Sedena, S.Zeno, C.na Pozze, ecc.), disposta nella porzione occidentale e allungata in direzione circa NNW-SSE, a costituire il bordo collinare a ridosso dell'ampia pianura fluvioglaciale (piana occidentale di Lonato) in parte riconducibile alla stessa fase di Sedena e formatasi a seguito del ritiro del ghiacciaio riferito alla Fase di Carpenedolo, e quindi ad un apparato glaciale più antico e maggiormente esteso.

- **Depositi Glaciali**: i depositi morenici di cordone corrispondono ai fronti di massima espansione del ghiacciaio in corrispondenza dei quali si aveva l'accumulo caotico dei materiali glaciali. La fase di Sedena ha dato luogo ad un allineamento ben definito, caratterizzata da poche pulsazioni. I depositi sono costituiti da diamicton massivi per lo più a supporto clastico ma talora a supporto di matrice. Risultano frequentemente presenti anche grossi trovanti poligenici con dimensioni fino a vari metri cubi. Nell'ambito del complesso modello deposizionale morenico sono previste eterogeneità litologiche con variazioni nel contenuto di frazione fine che risultano talora molto accentuate anche in zone contigue. Così si possono ritrovare settori con litologia più francamente limoso-sabbiosa prevalente sullo scheletro granulare. In

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	16	27

questi casi i depositi glaciali assumono tipica colorazione grigia (più argillosa) o color ocra-nocciola (più limosa).

- **Depositi Fluvioglaciali:** i depositi fluvioglaciali riferibili con maggiore certezza all'Unità di Sedena, sono stati identificati lungo il bordo collinare, secondo una fascia allungata tra i rilievi di Drugolo-Sedena-Pozze-Lonato-San Polo e la piana occidentale di Lonato. I depositi fluvioglaciali sono costituiti prevalentemente da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e si presentano poco stratificati; i ciottoli sono per lo più arrotondati ed in subordine subangolari.

II. **Unità di Solferino (Pleistocene Superiore):** a questa unità sono riconducibili depositi glaciali e fluvioglaciali. L'Unità di Solferino risulta piuttosto estesa ed articolata e presenta diverse Unità Morena intervallate da piane fluvioglaciali. In territorio di Lonato d/G è riconosciuta la morena della massima espansione che conserva la asimmetria originale e taglia in discordanza geomorfologica le morene dell'Unità di Sedena. Il ritiro del ghiacciaio solferinese, doveva quindi avvenire lentamente e secondo pulsazioni ripetute e fasi di stazionamento successive. A questa unità sono riconducibili infatti numerose cerchie moreniche, cui si interpongono piane fluvioglaciali ad andamento meandriforme e/o depressioni intramoreniche; da esse si diparte anche l'ampia piana occidentale di Lonato, probabilmente attiva già durante la Fase di Sedena e poi anche in fase tardo-glaciale.

- **Depositi Glaciali:** i depositi morenici di cordone delineano per le avanzate delle masse glaciali i fronti di massima espansione in corrispondenza dei quali si aveva l'accumulo caotico dei materiali glaciali. Sono costituiti da diamicton massivi per lo più a supporto clastico ma talora a supporto di matrice. Risultano frequentemente presenti anche grossi trovanti poligenici con dimensioni fino a vari metri cubi. Nell'ambito del complesso modello deposizionale morenico sono previste eterogeneità litologiche con variazioni nel contenuto di frazione fine che risultano talora molto accentuate anche in zone contigue. Così si possono ritrovare settori con litologia più francamente limoso-sabbiosa prevalente sullo scheletro granulare. In questi casi i depositi glaciali assumono tipica colorazione grigia (più argillosa) o

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	17	27

color ocra-nocciola (più limosa). Questi depositi appaiono organizzati in cordoni morenici per lo più discontinui raggruppabili in cerchie principali disposte in genere ad andamento arcuato o più raramente rettilineo. All'Unità di Solferino può essere riferita la cerchia principale dell'anfiteatro morenico gardesano. Ad essa afferiscono infatti i rilievi posti alle quote più elevate (Drugolo, Cappuccini, M.te Falò, C.na Spia, Castello di Lonato, M.te Nuvolo, Le Crosere, M.te Malocco -Brugnolo), più o meno discontinui. Le fasi di ritiro delle masse glaciali sono testimoniate anche dai cordoni morenici minori di Maguzzano, di M.te Recciago, di Polada, del Tiracollo, di Castelvengano, di C.na Monte Falcone e di Centenaro, talora piuttosto discontinui, con rilievo topografico progressivamente più blando spostandosi verso il Lago.

- **Depositi glacio-lacustri di depressione intermorenica o di fronte glaciale:** i depositi glacio-lacustri occupano le porzioni più depresse entro i settori pianeggianti, o limitate piane irregolari intercluse entro i rilievi collinari, essendo correlati ad una posizione proglaciale marginale rispetto al ghiacciaio. Sono rappresentati da depositi a granulometria medio fine, quali limi e sabbie con scarsa presenza di ghiaia, in funzione di un ambiente deposizionale di bassa energia. Sono in ogni caso presenti dei livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi, in quanto l'ambiente di deposizione risultava condizionato da brusche variazioni di energia (pulsazioni nell'arretramento del ghiacciaio), determinando nette variazioni litologiche in senso verticale. Nel territorio di Lonato d/G questi depositi sono riconoscibili presso numerose piane intermoreniche (Località San Cipriano), interposte tra i cordoni morenici interni; nel settore sudorientale essi costituiscono le piane dei diversi rami della Fossa Redone correlabili a fasi di stazionamento del ghiacciaio, allungate per lo più secondo i rilievi collinari, frequentemente associati o interdigitati ai depositi di contatto glaciale e/o fluvioglaciali. Si ritiene probabile che questi depositi in superficie possano essere stati rielaborati dai corsi d'acqua olocenici, in un contesto idrografico simile all'attuale, ma con maggiore disponibilità d'acqua.
- **Depositi fluvioglaciali delle cerchie interne:** questi depositi costituiscono le aree pianeggianti maggiormente estese, interposte tra i cordoni morenici interni, e sono

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	18	27

rappresentati da ghiaie con ciottoli arrotondati a supporto di clasti o di matrice in genere sabbiosa e sabbie spesso a laminazione incrociata. Sono presenti livelli e lenti di limi sabbiosi, soprattutto in superficie. Nel settore sudorientale le piane fluvio-glaciali si raccordano con le depressioni intermoreniche entro cui scorre la Fossa Redone.

- **Depositi fluvio-glaciali frontali alle cerchie interne:** questi sedimenti, depositi in un ambiente ad elevata energia non presentano, di norma, la coltre superficiale limoso-sabbiosa. Sono costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa; i ciottoli sono da arrotondati a subangolari e si presentano talora stratificati. Essi costituiscono l'estesa piana fluvio-glaciale occidentale, costituendo un potente corpo ghiaioso-sabbioso. Questa piana risultava probabilmente alimentata anche in epoca tardo glaciale.

Il sito esaminato, come si evince dalla tavola 2, appartiene al sistema delle alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso di ridotto spessore. Tali alluvioni, terrazzate e sospese sui 30 m, costituiscono l'alta pianura a monte delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda.

6 QUADRO DEI DISSESTI

Sulla base di quanto indicato nell'Inventario dei Fenomeni Franosi redatto dalla Regione Lombardia nell'ambito del progetto IFFI, sull'area esaminata e in un intorno significativo di essa non sono segnalati fenomeni di dissesto né attivi né sospesi né quiescenti.

Anche dall'analisi della Carta dei Dissesti del Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) emerge l'assenza di dissesti.

Per tali ragioni, si omette di allegare la Carta dei Dissesti alla presente relazione.

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	19	27

7 INQUADRAMENTO SISMICO

La nuova normativa sismica (OPCM n. 3274 del 20/3/2003 e OPCM n. 3519 del 28/4/2006) suddivide il territorio nazionale in 4 classi di sismicità, ciascuna caratterizzata da un rappresentativo valore di accelerazione orizzontale massima, a_g , al *bedrock* (formazione rocciosa di base), espressa come aliquota dell'accelerazione gravitazionale g .

In accordo con tali Ordinanze, il comune di Lonato ricade in classe 3. A tale categoria la normativa assegna al parametro a_g il valore di 0,15 g . In Figura 2 è mostrato uno stralcio della “Mappa di pericolosità sismica nazionale”. Come si osserva, le valutazioni condotte dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia assegnano al territorio comunale valori di a_g compresi nell'intervallo $0,150g \div 0,175g$ per un periodo di ritorno pari a 475 anni (ovvero che hanno una probabilità di occorrenza del 10% in 50 anni).

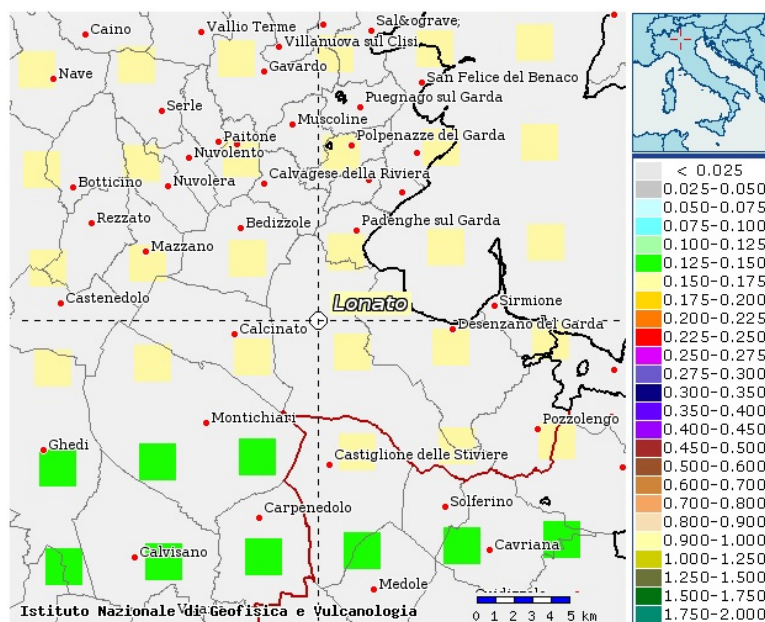


Figura 2 – Stralcio della Mappa di pericolosità sismica nazionale.

Il recente D.M. 14 gennaio 2008 non prevede più l'attribuzione di un unico valore del parametro di scuotimento a_g a ciascuna zona sismica. Per ogni sito esaminato, l'accelerazione a_g si determina per interpolazione partendo da una griglia di punti derivante dalla Mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV nel 2006.

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	20	27

Dott. Ing. SILENE CRESSERI Ph.D.
via XX Settembre, 8 – 25122 Brescia • tel. 333 76 57 620

Per valutare l'effetto della risposta sismica locale in assenza di specifiche analisi si fa riferimento ad un approccio semplificato basato sull'individuazione di categorie di sottosuolo e di condizioni topografiche di riferimento (D.M. 14.1.08 rispettivamente Tab.3.2.II e Tab. 3.2.IV).

In accordo con il D.M. 14/01/2008, il terreno di fondazione può essere attribuito alla categoria *B* – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Da un punto di vista topografico, l'area esaminata presenta una pendenza media inferiore a 15° e, pertanto, ricade nella categoria T1. I valori dei parametri di pericolosità sismica e dei coefficienti sismici, determinati secondo quanto previsto nel D.M. 14/01/2008, sono raccolti rispettivamente in Tabella 1 e Tabella 2.

La stima del periodo di riferimento V_R , necessario per valutare le azioni sismiche, viene eseguita secondo quanto indicato nel D.M. 14/01/08, ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_u$$

in cui

V_N = vita nominale dell'opera

C_u = coefficiente d'uso, funzione della Classe d'uso (vedasi Tab.2.4.II nel D.M.)

In base alla destinazione di utilizzo dell'opera, la Classe d'uso è la II e la vita nominale è di 50 anni. Pertanto, si ricava un periodo di riferimento $V_R = 50$ anni.

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	21	27

Stato Limite	T_{rit} [anni]	a_g [g]	F₀ [-]	T_{c*} [s]
Operatività (SLO)	30	0,040	2,598	0,226
Danno (SLD)	50	0,054	2,486	0,248
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,155	2,448	0,275
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,202	2,483	0,277

Tabella 1– Parametri di pericolosità sismica al sito.

Coefficienti Sismici	SLO	SLD	SLV	SLC
S _s	1,20	1,20	1,20	1,20
C _c	1,48	1,45	1,42	1,42
S _t	1,00	1,00	1,00	1,00
k _h	0,010	0,013	0,045	0,068
k _v	0,005	0,007	0,022	0,034
A _{max} [m/s ²]	0,470	0,640	1,827	2,372
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Tabella 2– Coefficienti sismici.

8 MODELLO GEOTECNICO

Per ricostruire un modello geotecnico attendibile per il sito esaminato, sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche secondo le modalità standard. Nella planimetria allegata (tavola 4) è mostrata l'esatta ubicazione dei punti di indagine sull'area in esame. La massima profondità raggiunta è di 4,20 m da piano campagna. Non è stato possibile spingersi più in profondità in quanto si è raggiunto dopo pochi metri il rifiuto dello strumento.

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	22	27

Dall'analisi dei profili penetrometrici in termini di numero di colpi N_{SPT} , è possibile ricavare gli andamenti, con la profondità, delle proprietà più significative per la caratterizzazione del deposito, sfruttando alcune relazioni empiriche di letteratura, qui di seguito riportate:

- densità relativa (Gibbs & Holtz, 1957):

$$D_r = \left\{ \left[1,5 \left(\frac{N_{SPT}}{F} \right)^{0,222} \right] - 0,6 \right\} \cdot 100 \quad [\%]$$

dove

$$F = 0,0065 \sigma_v^2 + 1,68 \sigma_v + 14$$

- angolo di resistenza a taglio (Shioi & Fukuni, 1982):

$$\phi' = (15 N_{SPT})^{0,5} + 15 \quad [^\circ]$$

- modulo di Young (Denver, 1982):

$$E = 7 \cdot N_{SPT}^{0,5} \quad [MPa]$$

Il valore di N_{SPT} si ricava dal numero di colpi N registrato durante le prove in sito, tramite la relazione

$$N_{spt} = \beta_t \cdot N$$

dove β_t viene detto rapporto energetico che, in base all'attrezzatura utilizzata nel presente caso, vale 1,489. I diagrammi delle suddette proprietà sono riportati in Figura 3.

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	23	27

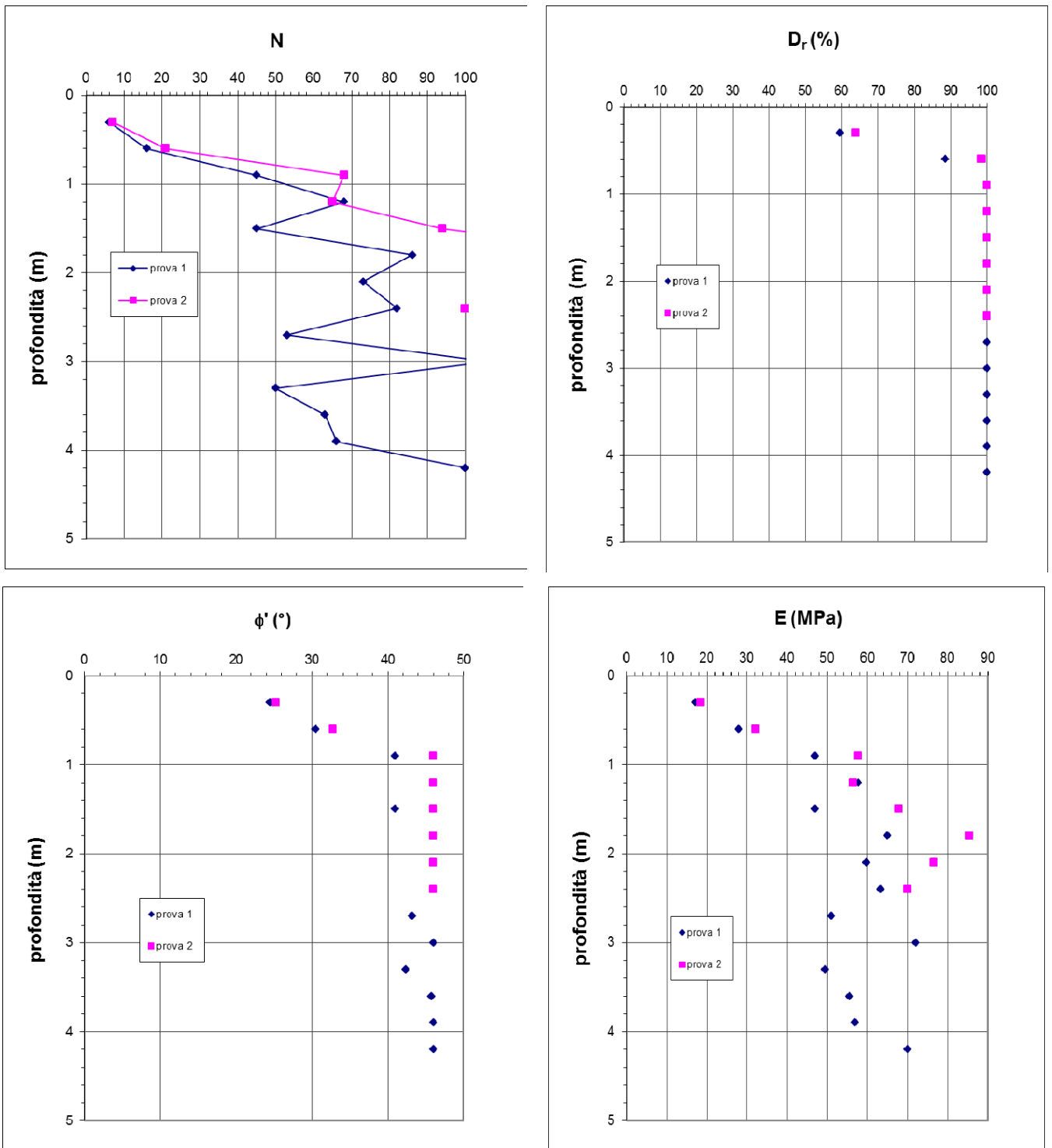


Figura 3 – Diagrammi delle proprietà significative in funzione della profondità.

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	24	27

Dott. Ing. SILENE CRESSERI Ph.D.
 via XX Settembre, 8 – 25122 Brescia • tel. 333 76 57 620

Ad esclusione dei primi 90 cm circa, che sono costituiti da terreno agrario e strato di alterazione dei depositi alluvionali, il sottosuolo può essere modellato come un unico livello litologico di natura sabbioso-ghiaiosa, molto addensato.

Tenendo conto che i valori del numero di colpi registrati possono essere “affetti” dalla resistenza offerta da elementi litoidi di dimensioni quasi centimetriche, in via cautelativa si assegnano ai parametri geotecnici fondamentali i valori riportati in Tabella 3, ove:

γ = peso di volume naturale del terreno

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

D_r = densità relativa

E = modulo di elasticità

Profondità (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	D_r (kPa)	E (MPa)
> 0,90	20	38	>90	48

Tabella 3 – Caratteri geotecnici del deposito dalle prove penetrometriche.

9 FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

Dall'analisi della Tav.13 allegata alla Relazione Geologica redatta a corredo del PGT, si evince che il sito esaminato ricade in un'area appartenente alla classe 2 (fattibilità con modeste limitazioni) di fattibilità geologica per le azioni di piano. In particolare, l'area è designata come classe 2a – Area ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda non sfruttata ad uso idropotabile).

Per tale classe, le Norme Geologiche di Piano prescrivono quanto segue:

“In questa sottoclasse si riconosce una limitazione alla modifica delle destinazioni d'uso correlata alla vulnerabilità degli acquiferi. Sono consentite tutte le tipologie di intervento. La loro realizzazione è in ogni caso subordinata ad uno studio idrogeologico che accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee, valutando il possibile

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	25	27

impatto sulle acque sotterranee, e che preveda, se necessario, l'adozione di accorgimenti in grado di tutelare la falda acquifera e di sistemi di controllo”.

10 NOTE CONCLUSIVE

Nel presente lavoro viene analizzato il quadro geologico, idrogeologico, litologico e sismico che caratterizza l'area interessata dal Programma Integrato di Intervento in via Battaglie nel comune di Lonato del Garda. E' stata valutata, inoltre, l'eventuale presenza di dissesti.

Si conclude che, da tali punti di vista, non sussistono motivazioni di carattere tecnico ad impedimento dell'esecuzione del progetto. Le attività previste non andranno ad alterare significativamente lo stato attuale delle cose e dei luoghi.

Le indagini svolte in merito alla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo evidenziano la presenza di un deposito alluvionale di natura incoerente sabbioso-ghiaiosa caratterizzato da buone caratteristiche meccaniche.

Al momento delle indagini, la falda superficiale si attesta ad una profondità tale da non interferire con le attività previste in progetto.

Ovviamente, la soggiacenza della falda nel tempo è suscettibile di escursioni sia positive che negative, dipendentemente dalle condizioni climatiche.

Al momento di inizio delle attività, sarà pertanto opportuno ricontrrollare la profondità della falda.



ing. Silene Cresseri

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	26	27

11 BIBLIOGRAFIA

A.G.I. 1977 – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

Denver, H. (1982). *Modulus of Elasticity for Sand Determined by SPT and CPT.* From A.A. Balkema(1982). – Penetration Testing” – ESOPT II, Amsterdam, page 38.

D.M. 11/03/1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilita' dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

D.M. 16/01/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

D.M. 14/01/2008 - Norme tecniche per le costruzioni.

Gibbs H.J., Holtz W.H. (1957). *Research on Density of Sands by Spoon Penetration Testing.* Proc .4th Int. Conf. On S.M. and F.E. – da: Balkema A.A. (1982) – “Penetration Testing” – ESOPT II, Amsterdam, pag. 47-50.

O.P.C.M. n°3274 del 20/03/2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Shioi, Y., Fukuni, J. (1982). *Application of N-Value to Design of foundation in Japan.* Balkema (1982). – Penetration Testing ESOPT II, Amsterdam, page 159.

DATA	DOCUMENTO	PAG.	PAG. TOT.
06/08/13	Relazione idrogeologica	27	27

Sig.ra DANIELA RAMBOTTI

Comune di Lonato del Garda (Bs)

P.I.I. VIA BATTAGLIE

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

**COROGRAFIA
(ESTRATTO C.T.R.)**

Agosto 2013

Scala 1:10.000

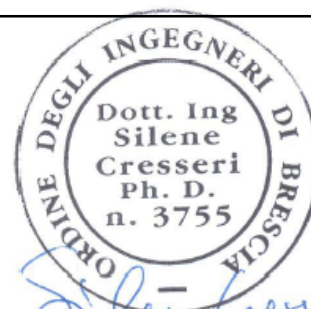
Tavola 1

A cura di:

Ing. S. Cresseri
Ingegneria Geotecnica - Meccanica della neve

via XX Settembre, 8 - 25122 Brescia
Tel. e Fax: 030 - 29.43.656
e-mail: sm.progetti@yahoo.it

Il tecnico:



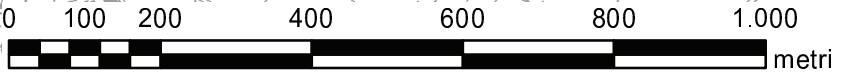
Dott. Ing. Silene Cresseri



Legenda



area in esame



Sig.ra DANIELA RAMBOTTI

Comune di Lonato del Garda (Bs)

P.I.I. VIA BATTAGLIE

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO
(estratto della Carta Geologica
d'Italia - Fg. 48)**

Agosto 2013

Scala 1:20.000

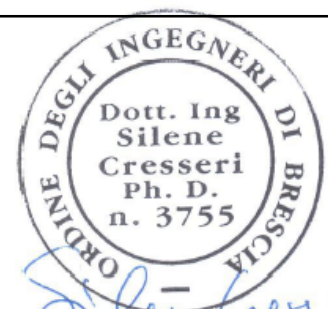
Tavola 2

A cura di:

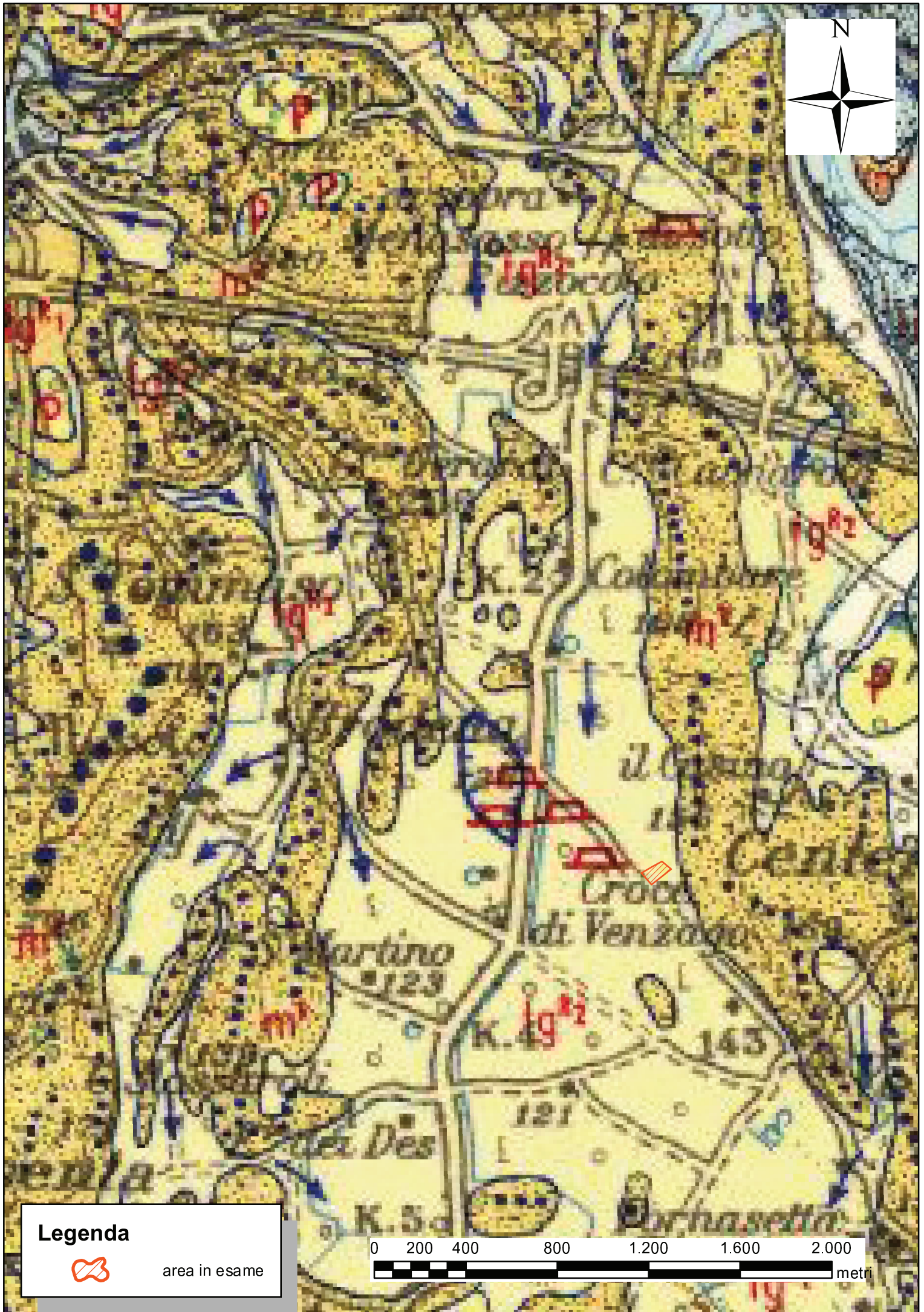
Ing. S. Cresseri
Ingegneria Geotecnica - Meccanica della neve

via XX Settembre, 8 - 25122 Brescia
Tel. e Fax: 030 - 29.43.656
e-mail: sm.progetti@yahoo.it

Il tecnico:



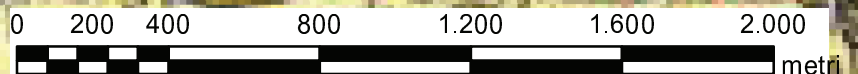
Dott. Ing. Silene Cresseri



Legenda



area in esame



Sig.ra DANIELA RAMBOTTI

Comune di Lonato del Garda (Bs)

P.I.I. VIA BATTAGLIE

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

CARTA GEOMORFOLOGICA

Agosto 2013

Scala 1:20.000

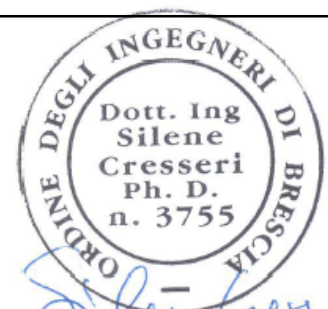
Tavola 3

A cura di:

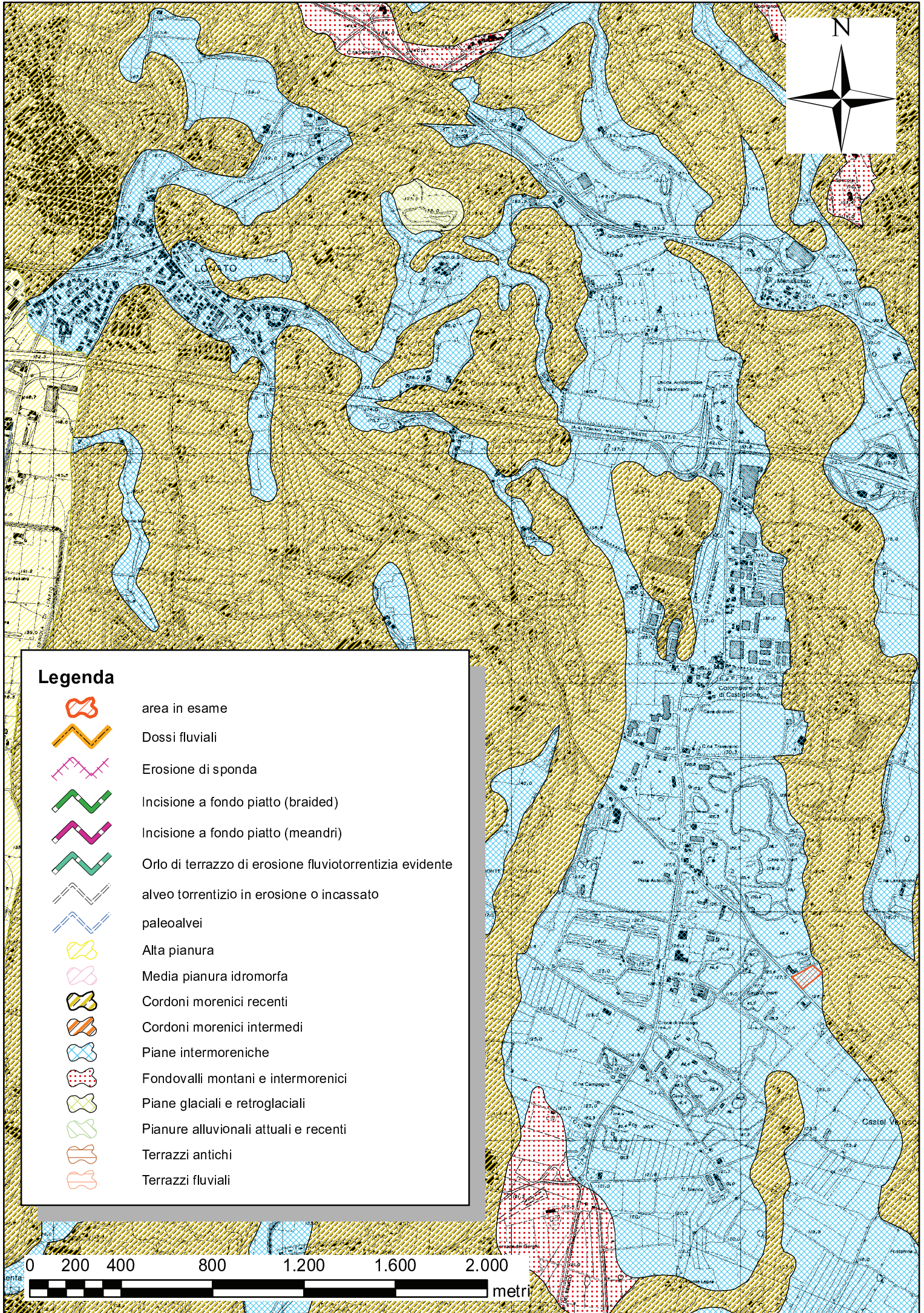
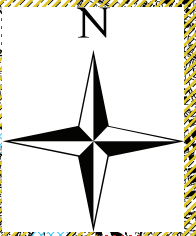
Ing. S. Cresseri
Ingegneria Geotecnica - Meccanica della neve

via XX Settembre, 8 - 25122 Brescia
Tel. e Fax: 030 - 29.43.656
e-mail: sm.progetti@yahoo.it

Il tecnico:

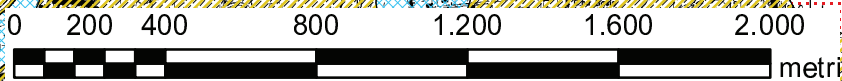


Dott. Ing. Silene Cresseri



Legenda

-  area in esame
-  Dossi fluviali
-  Erosione di sponda
-  Incisione a fondo piatto (braided)
-  Incisione a fondo piatto (meandri)
-  Orlo di terrazzo di erosione fluviotorrentizia evidente
-  alveo torrentizio in erosione o incassato
-  paleoalvei
-  Alta pianura
-  Media pianura idromorfa
-  Cordoni morenici recenti
-  Cordoni morenici intermedi
-  Piane intermoreniche
-  Fondovalli montani e intermorenici
-  Piane glaciali e retroglaciali
-  Pianure alluvionali attuali e recenti
-  Terrazzi antichi
-  Terrazzi fluviali



Sig.ra DANIELA RAMBOTTI

Comune di Lonato del Garda (Bs)

P.I.I. VIA BATTAGLIE

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

**Planimetria di rilievo
con ubicazione dei punti di indagine**

Agosto 2013

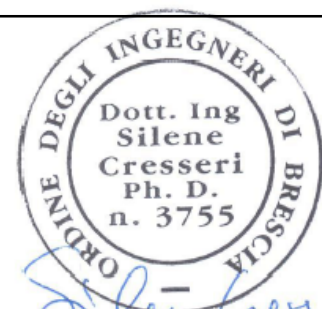
Tavola 4

A cura di:

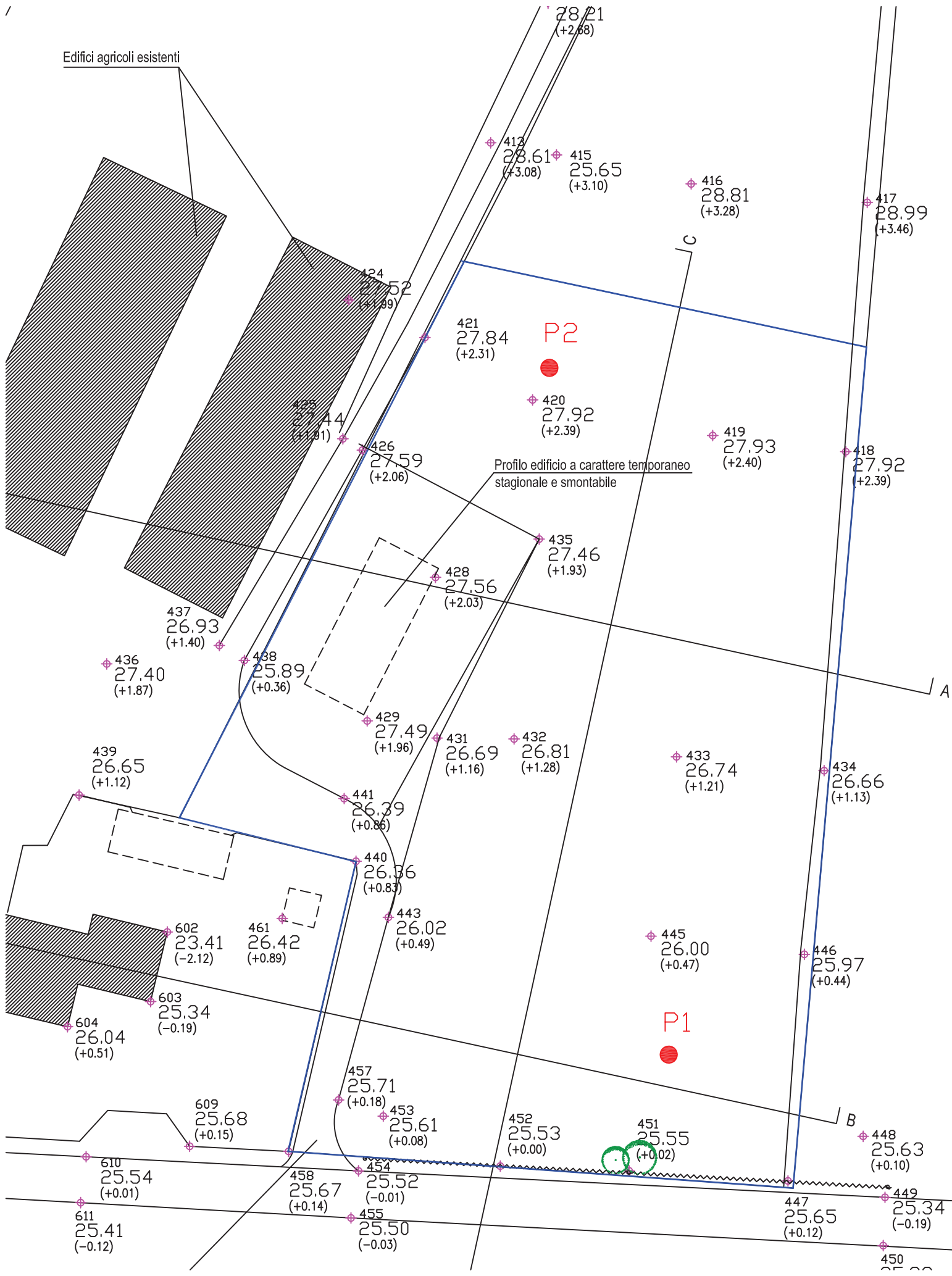
Ing. S. Cresseri
Ingegneria Geotecnica - Meccanica della neve

via XX Settembre, 8 - 25122 Brescia
Tel. e Fax: 030 - 29.43.656
e-mail: sm.progetti@yahoo.it

Il tecnico:



Dott. Ing. Silene Cresseri



Edifici agricoli esistenti

28.21
(+2.68)

413
28.61
(+3.08)

415
25.65
(+3.10)

416
28.81
(+3.28)

417
28.99
(+3.46)

424
27.52
(+1.99)

421
27.84
(+2.31)

P2

423
27.44
(+1.81)

420
27.92
(+2.39)

419
27.93
(+2.40)

418
27.92
(+2.39)

426
27.59
(+2.06)

Profilo edificio a carattere temporaneo stagionale e smontabile

435
27.46
(+1.93)

428
27.56
(+2.03)

437
26.93
(+1.40)

438
25.89
(+0.36)

429
27.49
(+1.96)

431
26.69
(+1.16)

432
26.81
(+1.28)

433
26.74
(+1.21)

434
26.66
(+1.13)

439
26.65
(+1.12)

436
27.40
(+1.87)

441
26.39
(+0.86)

440
26.36
(+0.83)

443
26.02
(+0.49)

445
26.00
(+0.47)

446
25.97
(+0.44)

602
23.41
(-2.12)

461
26.42
(+0.89)

603
25.34
(-0.19)

604
26.04
(+0.51)

457
25.71
(+0.18)

453
25.61
(+0.08)

452
25.53
(+0.00)

451
25.55
(+0.02)

448
25.63
(+0.10)

610
25.54
(+0.01)

458
25.67
(+0.14)

454
25.52
(-0.01)

447
25.65
(+0.12)

449
25.34
(-0.19)

611
25.41
(-0.12)

455
25.50
(-0.03)

450
25.00
(-0.47)

Sig.ra DANIELA RAMBOTTI

Comune di Lonato del Garda (Bs)

P.I.I. VIA BATTAGLIE

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Diagrammi penetrometrici

Agosto 2013

Scala 1:100

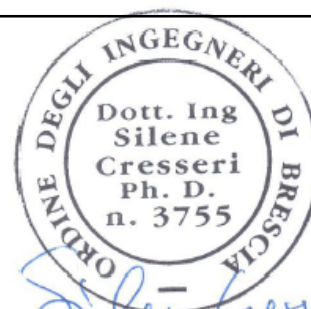
Tavola 5

A cura di:

Ing. S. Cresseri
Ingegneria Geotecnica - Meccanica della neve

via XX Settembre, 8 - 25122 Brescia
Tel. e Fax: 030 - 29.43.656
e-mail: sm.progetti@yahoo.it

Il tecnico:



Dott. Ing. Silene Cresseri

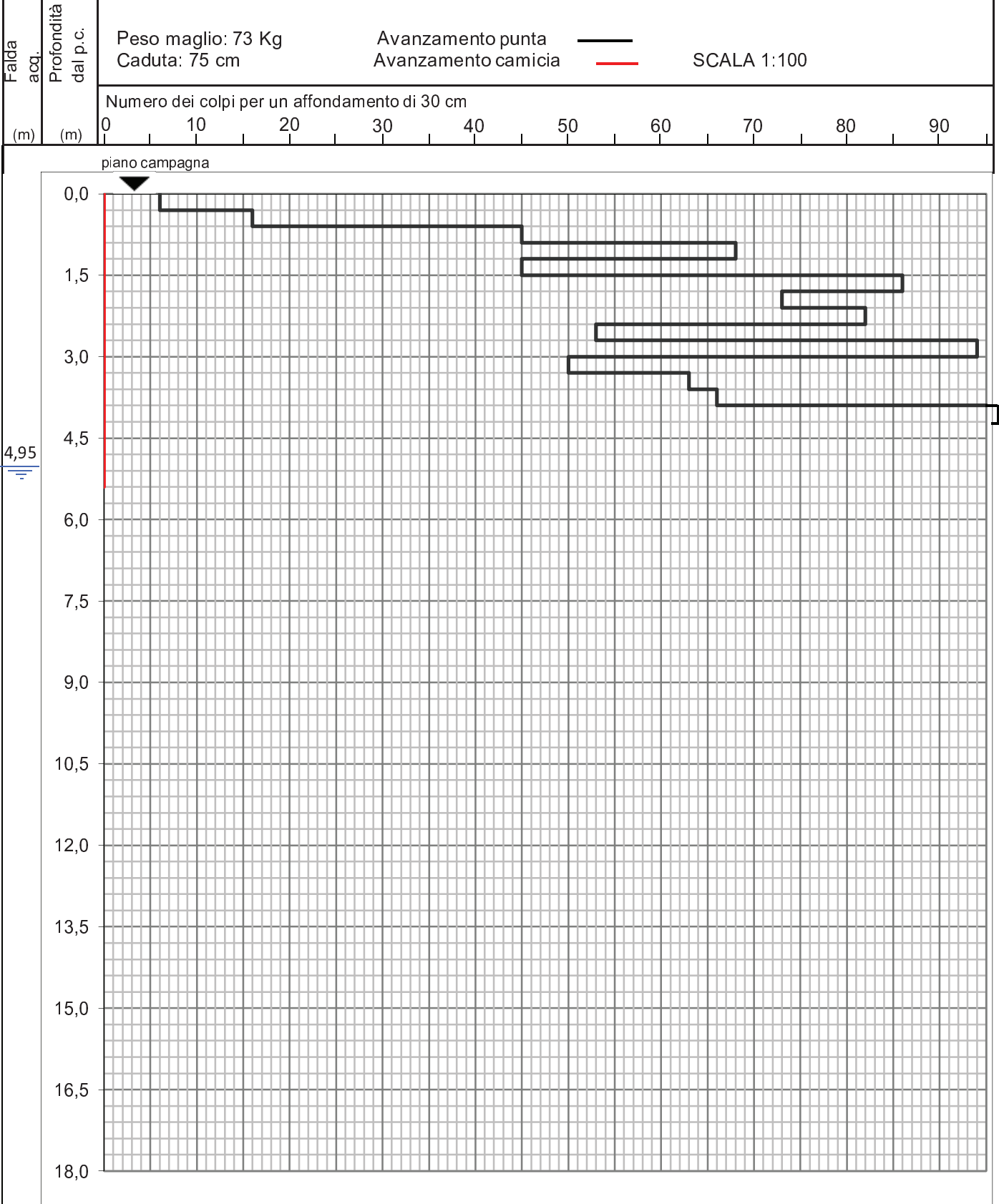
ING. SILENE CRESSERI

via XX Settembre, 8 - 25122 Brescia
☎ 030.2943656
silecres@libero.it

PROVA PENETROMETRICA N° 1

Data: 04/07/2013

LOCALITA' : LONATO D/G (BS) via Battaglie



ING. SILENE CRESSERI

via XX Settembre, 8 - 25122 Brescia
☎ 030.2943656
silecres@libero.it

PROVA PENETROMETRICA N° 2

Data: 04/07/2013

LOCALITA' : LONATO D/G (BS) via Battaglie

