



S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

CQOP SOA
Costruttori Qualificati Opere Pubbliche



Laboratorio per l'esecuzione e la certificazione di indagini geognostiche, prelievo campioni e prove in sito ai sensi della Circ. 7619/STC
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. - **Decreto n. 11244 del 30.11.2011**

Provincia di Brescia
COMUNE DI LONATO DEL GARDA



PIANO DI LOTTIZZAZIONE P.L. SALERA 2
VIA SALERA, 2 - LONATO DEL GARDA (BS)

Relazione Geologica e Sismica
ai sensi del D.M. 17.01.2018
e del D.G.R. N. IX/2616 del 30.11.2011



Carpenedolo (BS), 19/07/2018



**Provincia di Brescia
COMUNE DI LONATO DEL GARDA**

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE P.L. SALERA 2
VIA SALERA, 2 - LONATO DEL GARDA (BS)**

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e sviluppo immobiliare S.r.l.
Via Bariselli, 1
25017 - Lonato del Garda (BS)

INDICE:

RIFERIMENTI NORMATIVI	4
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA	6
1. PREMESSA	6
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	7
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	7
2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	8
3. PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ	10
4. SISMICITÀ	11
5. INDAGINE SISMICA	14
5.1 INTRODUZIONE.....	14
5.2 METODO DI INDAGINE	14
5.3 STRUMENTAZIONE	16
5.4 ELABORAZIONE	17
5.5 RISULTATI.....	18
6. AMPLIFICAZIONE SISMICA DEL SITO	22
6.1 GENERALITÀ	22
6.2 PROCEDURA REGIONE LOMBARDIA.....	22
6.3 DETERMINAZIONE DEL PERIODO DI RIFERIMENTO DEL SITO	23
7. AZIONE SISMICA	25
7.1 INTRODUZIONE.....	25
7.2 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	26
7.3 AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	27
8. INDAGINE GEOGNOSTICA	29
8.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI	29
8.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT	30
8.3 PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DALLE PROVE SPT	31
8.4 PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO TIPO LEFRANC	33
9. RISCHIO DI LIQUEFAZIONE	36



10. NATURA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO	38
11. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI	40

ALLEGATI:

- Corografia generale in scala 1:10.000
- Carta Geologica in scala 1:100.000
- Planimetria generale e ubicazione indagini
- Stratigrafie sondaggi
- Report fotografico
- Certificati Prove di permeabilità tipo Lefranc



RIFERIMENTI NORMATIVI

- **Decreto Ministeriale 11/03/1988**
"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- **Decreto Ministeriale 16/01/1996**
"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- **Decreto Ministeriale 14/01/2008**
Norme Tecniche per le Costruzioni
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 02/02/2009
- **Decreto Ministeriale 17/01/2018**
Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- **Eurocodice 8 (1998)**
- **Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**
Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici (2003)
- **Eurocodice 7.1 (1997)**
Progettazione geotecnica – Parte I: regole generali UNI
- **Eurocodice 7.3 (2002)**
Progettazione geotecnica – Parte II: progettazione assistita con prove in sito (2002)
- **Legge Regionale Lombardia 11/03/2005 n. 12**
- **D.G.R. Lombardia n. 9/2616 del 30/11/2011**
Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11/03/2005 n. 12
- **D.G.R. Lombardia n. 10/2129 del 11/07/2014**
Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)
- **D.G.R. Lombardia n. 10/2489 del 10/10/2014**
Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»
- **D.G.R. Lombardia n. 10/4144 del 8/10/2015**
Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»
- **D.G.R. Lombardia n. 10/5001 del 30/03/2016**
Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)



-
- **Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Lonato del Garda**



RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

1. PREMESSA

Su incarico dell'Ing. Bedeschi Pierluigi, per conto della società 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l., è stata eseguita un'indagine geognostica e redatta la presente geologica e sismica sui terreni interessati dal Piano di Lottizzazione Salera 2, ubicato in Comune di Lonato del Garda (BS), in via Salera n.2.

La presente relazione, sintesi e compendio dello studio geologico eseguito per la determinazione delle caratteristiche stratigrafiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo, contiene le considerazioni e le stime a carattere geologico-geotecnico riguardanti i terreni interessati dalle fondazioni dell'opera in progetto.

Lo studio geologico è stato eseguito in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento alle Norme tecniche per le costruzioni"; l'opera in progetto, appartiene al Tipo 2 (N.T.C. 2018 2.4.1) con Classe d'Uso II (N.T.C. 2018 2.4.2).

Di conseguenza questa relazione, seguendo i dettami della normativa vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla costruzione del modello geologico che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni di sottofondazione, in data 24 e 26 aprile 2018, sono stati eseguiti n.3 sondaggi a carotaggio continuo, verticali, spinti fino ad una profondità di -10.00 m e di -15.00 m dall'attuale piano campagna.

Inoltre, per la definizione della categoria di sottosuolo, in data 14 giugno 2018 è stata eseguita una prospezione sismica di tipo MASW.

Per le notizie di carattere geologico generale sono stati eseguiti rilievi di campagna, basati sull'osservazione delle forme del territorio e delle litologie superficiali, correlati al passato geologico dell'area; lo studio è stato poi completato dalle notizie e dai dati bibliografici a disposizione, nonché dalle conoscenze acquisite dagli scriventi nella zona, tramite precedenti lavori e indagini.



2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

2.1 Inquadramento geografico

L'area in oggetto, situata in comune di Lonato del Garda, presso il civico n.2 di via Salera; ricade nel Foglio D6E1 della Carta Tecnica Regionale ed è centrata sulle coordinate 45°27'23.31" di latitudine N, 10°28'24.63" di longitudine E ad una quota di circa 151 m s.m.



-Veduta aerea dell'area in esame (estratto da Google Earth)-

Il territorio comunale di Lonato del Garda, che si estende su un'area di 68.20 km², è compreso tra una quota minima di 65 m s.m. nelle aree di pianura e una massima di 281 m s.m. in corrispondenza dei rilievi collinari che attraversano l'area comunale in direzione circa N-S.

La morfologia territoriale risulta molto varia, in funzione della porzione di territorio considerata; la zona oggetto di studio è ubicata nella porzione centro-occidentale dell'area comunale, nella porzione di pianura a ovest dei rilievi morenici.

L'area è caratterizzata da una morfologia omogenea e pianeggiante con una debole pendenza digradante verso sud, pari a circa 4%.

2.2 Inquadramento geologico e geomorfologico

Dal punto di vista geologico l'area appartiene all'apparato morenico benacense; essa è costituita da depositi di origine glaciale e fluvio-glaciale di età quaternaria che testimoniano l'attività del ghiacciaio gardesano durante le successive fasi di glaciazione succedutesi dal Gunz al Wurm. L'evidenza di tali fasi di espansione e di ritiro dello stesso sono rappresentate morfologicamente dai rilievi collinari



corrispondenti ai cordoni morenici e dalle piane alluvionali, terrazzi fluvio-glaciali, frutto dell'azione degli imponenti scaricatori del ghiacciaio; si devono considerare inoltre i depositi eolici, coltri di loess, accumulatisi nei periodi interglaciali secchi ed infine i depositi alluvionali legati all'azione esclusivamente fluviale in questo caso del Fiume Chiese, di formazione successiva alla fine dell'attività fluvio-glaciale.

Facendo riferimento alla cartografia geologica allegata (Stralcio del Foglio n.48, Peschiera), l'area di studio e il suo immediato intorno, risultano caratterizzati dalla presenza delle seguenti unità, descritte dalla più antica alla più recente:

- Unità mR (Riss): morene ghiaiose, talora debolmente cementate, con strato di alterazione argilloso di colore rossastro o rosso, con qualche ciottolo calcareo, di spessore massimo di 1-2 m; dove il paleosuolo è dilavato, affiorano le sottostanti ghiaie bianche, anche calcaree, inalterate;
- fgR1 (Riss Antico): alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, prevalentemente ghiaiose, alterate per oltre un metro in argille rossastre; terrazzate e sospese di 40 e più metri, si raccordano con le cerchie moreniche rissiane più esterne dell'anfiteatro del Garda e di quello atesino di Rivoli Veronese;
- fgR2 (Riss): alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo rossiccio, di ridotto spessore. Terrazzate, sospese sui 30 m, costituiscono l'alta pianura generalmente a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda;
- pIW (Wurm): alluvioni pluvio-fluviale, prevalentemente sabbiose, con strato di alterazione brunastro di spessore limitato.

Secondo la Carta Geologica a scala 1: 100.000 Foglio N. 48 PESCHIERA, l'area in esame appartiene alle alluvioni fluvio-glaciali e fluviali del Riss Antico (fgR1) caratterizzate da depositi molto grossolani e ghiaiosi, con strato di alterazione superficiale argilloso di spessore superiore al metro.

Morfologicamente il sito in esame, posto ad una quota di circa 151 m s.m., è ubicato in un'area pianeggiante, caratterizzata dall'assenza di fenomeni di dinamica geomorfologica in atto o potenziali che pregiudichino la stabilità dei luoghi.

2.2 Inquadramento idrogeologico

Dall'analisi della documentazione del PGT del Comune di Lonato del Garda, e dall'analisi delle misure di falda eseguite in pozzi e piezometri limitrofi alla zona di studio, è emerso che l'assetto idrogeologico



dell'area di interesse è caratterizzato dalla presenza di una falda diretta in direzione circa SSO, con soggiacenze comprese fra 50 e 60 m.

L'alimentazione è fornita dalle acque sotterranee provenienti dai cordoni morenici ubicati a NE, caratterizzati a loro volta dalla presenza di falde sospese, con continuità orizzontale difficilmente ricostruibile, più o meno intercomunicanti fra loro, nonché dalle acque meteoriche e irrigue.

Il livello piezometrico, nel corso dell'anno, è comunque soggetto ad oscillazioni in positivo ed in negativo rispetto alla misura indicata; le motivazioni sono molteplici e legate a fattori sia di carattere antropico (attività di emungimento dei pozzi, pratiche di irrigazione delle colture nei periodi tardo primaverili ed estivi, etc.), sia di carattere naturale (ricarica delle falde in seguito alle precipitazioni conseguentemente a periodi più o meno piovosi, fenomeni di evapotraspirazione più o meno intensi, etc.).

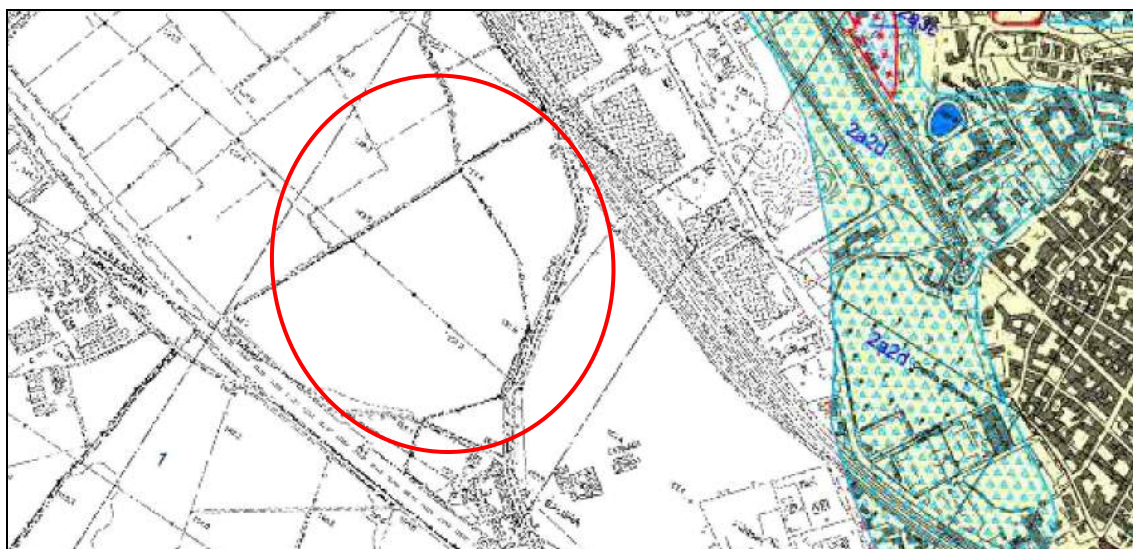
Durante l'esecuzione dei sondaggi non è stata riscontrata, come previsto, la presenza della falda.



3. PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ

Dall'esame della componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. vigente del Comune di Lonato del Garda, si ricavano i seguenti dati:

- In riferimento alla “Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano” della “Componente geologica, idrogeologica, e sismica del Piano di Governo del Territorio” del Comune di Lonato del Garda, l'area oggetto di indagine ricade in classe 1 (Classe di fattibilità geologica senza particolari limitazioni - Area prevalentemente pianeggiante o a debole pendenza, con caratteristiche geotecniche dei terreni da buone a mediocri).
- Con riferimento alla pericolosità sismica locale l'area è inquadrata nello scenario Z4a (zona di pianura con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi).



-Stralcio Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano-



-Stralcio Carta della PSL-



4. SISMICITÀ

La porzione di territorio in cui ricade l'area in esame risulta a media sismicità.

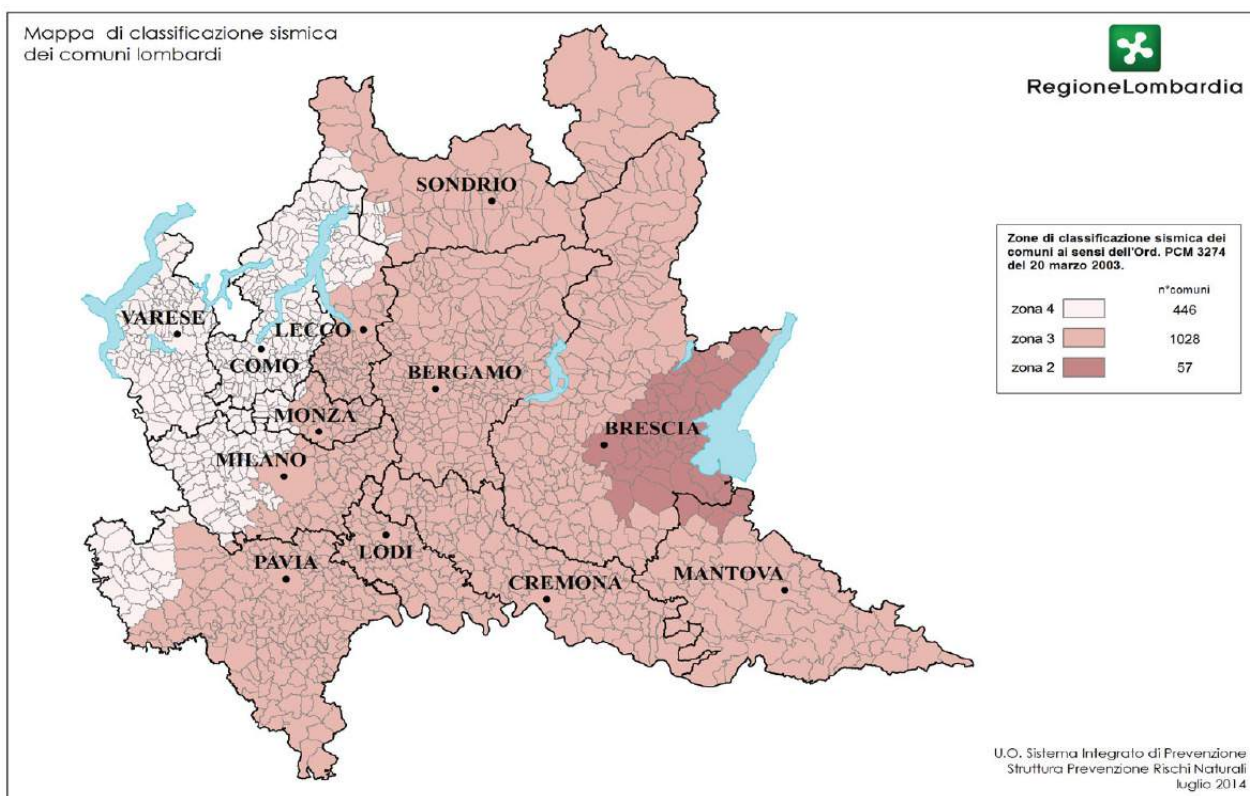
La normativa vigente sul rischio sismico è di seguito riassunta:

- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e succ. mod. ed int., pubblicata sul supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale n° 105 del 08/05/2003, che emana i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzioni in zone sismiche" e disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni. Il sito di costruzione ed i terreni in esso presenti dovranno in generale essere esenti da rischi di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto. L'occorrenza di tali fenomeni andrà valutata con opportune indagini geognostiche il cui scopo sarà anche quello di classificare il terreno di fondazione nelle categorie individuate dall'ordinanza.
- Il D.G.R. della Regione Lombardia del 30 novembre 2011, n. 9/2616: aggiornamento dei "Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374.
- Il D.G.R. della Regione Lombardia del 11 luglio 2014, n. 10/2129: aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d).

Con il D.G.R. 10 ottobre 2014 - n. 10/2489, la Giunta Regionale ha provveduto al differimento del termine per l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi, di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art.3, c.108, lett. d)".

Con il D.G.R. 8 ottobre 2015 - n. 10/4144, la Giunta Regionale ha provveduto all'ulteriore differimento del termine per l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi, di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art.3, c.108, lett. d)".

Dal 10/04/2016, con l'entrata in vigore del D.G.R. n. 10/2129, il comune di Lonato del Garda viene classificato in **zona 2**.



-Mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi-

Si riporta la tabella che individua ciascuna zona secondo i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Attraverso l'emanazione di successive ordinanze (Ordinanza di protezione civile n° 3379 del 05/11/2004, Ordinanza del P.C.M. n° 3431 del 03/05/2005, Ordinanza del P.C.M. n° 3452 del 01/08/2005) il termine per l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/2003 è stato prorogato all' 8 ottobre 2005.

Tale scadenza, 8 ottobre 2005, ha visto un ulteriore periodo transitorio per l'applicazione delle norme tecniche di 18 mesi, previsto dalla legge 18 agosto 2005, n° 168, ulteriormente prorogata al 31 dicembre 2007 (legge 26 febbraio 2007, n° 17).

In particolare con l'entrata in vigore della legge n. 31/08 del 28/02/2008, si stabilisce che fino al 30 giugno 2009, in alternativa all'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008), è possibile fare riferimento al D.M. 14 settembre 2005 oppure al D.M. 9 gennaio 1996.



A partire dal 01/07/2009 è terminato il periodo transitorio ed è divenuta obbligatoria l'applicazione del D.M. 14 gennaio 2008.

Dal 20 marzo 2018, con l'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018, vengono applicate le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).



5. INDAGINE SISMICA

5.1 Introduzione

In data 14 giugno 2018, all'interno dell'area oggetto di studio, è stata svolta un'indagine sismica con metodo MASW di tipo attivo, con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire dal piano delle fondazioni (V_{S30}), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio, al D.M. 17/01/18 ("Aggiornamento alle Norme tecniche per le costruzioni") e secondo le direttive della Giunta Regionale della Regione Lombardia contenute nella D.G.R. n. 9/2616 del 30 Novembre 2011, che stabilisce "criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 Marzo 2005, n. 12". Di seguito si riportano la metodologia della ricerca e i risultati dell'indagine eseguita.



- Ubicazione stendimento MASW-1 -

5.2 Metodo di indagine

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono,



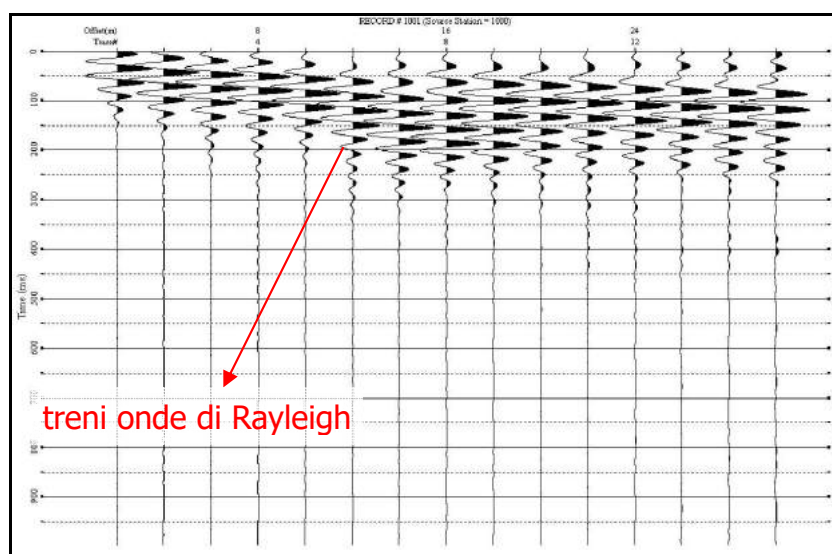
l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un accelerogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.



- Record sismico -



La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni con spaziatura intergeofonica di 1.50 metri, per una lunghezza totale della linea sismica pari a 34.50 metri.

L'energizzazione è stata eseguita a 5, 3 e 1 metro dal primo geofono; inoltre, allo scopo ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei record sismici, sono stati eseguiti più tiri in ogni stazione e, ove ritenuto utile, essi sono stati sommati (stacking).

Il sito di indagine è ubicato in zona parzialmente urbanizzata. Tuttavia, durante l'acquisizione, non sono state rilevate fonti di rumore naturale o antropico in grado di interferire in modo significativo con il segnale sismico.

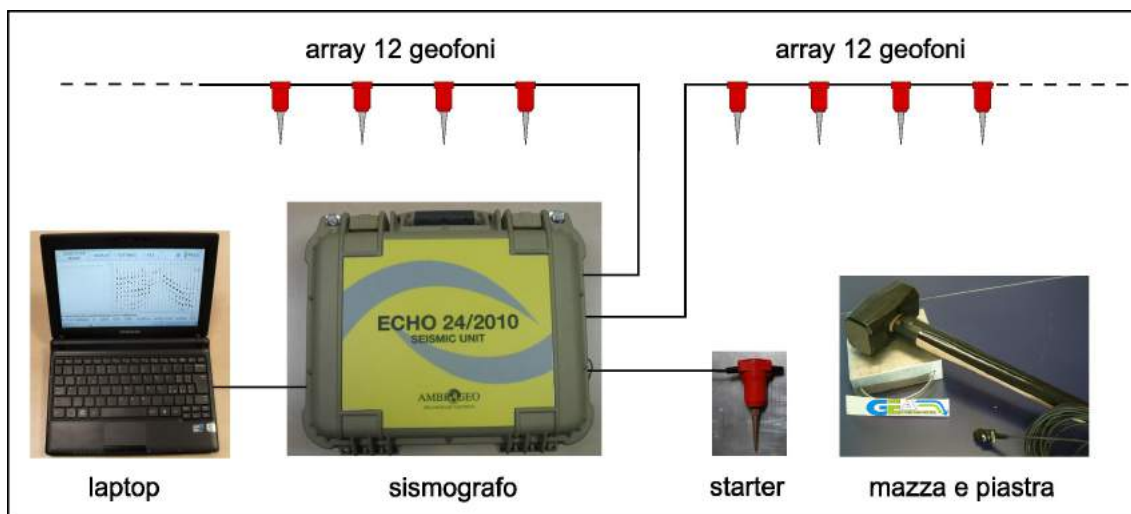
5.3 Strumentazione

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16SG24", dotato di 24 geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza propria di 4.5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

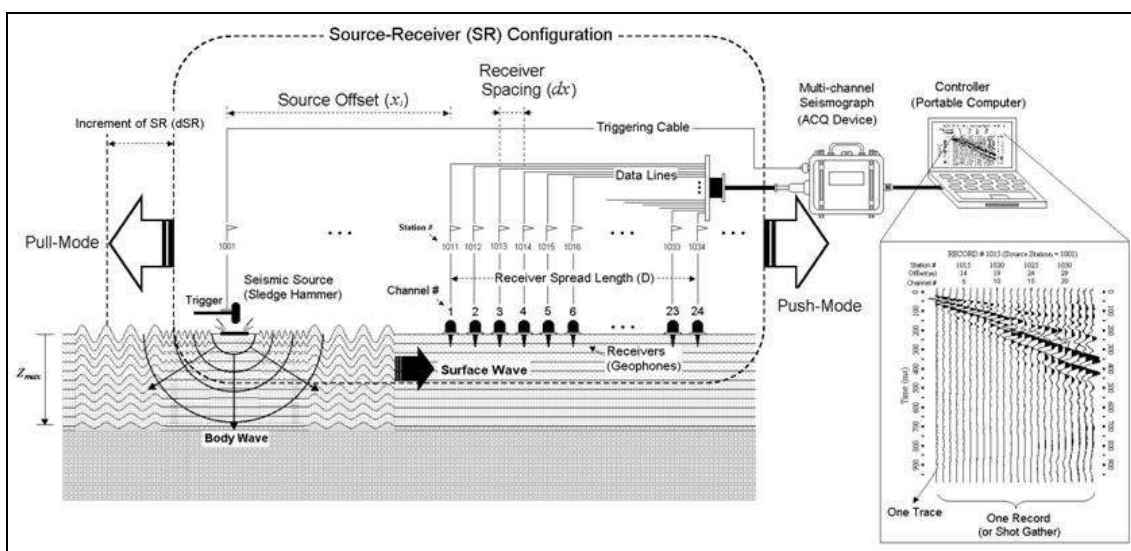
Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtraggi delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione del record con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori record;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.



- ECHO 24/2010" con due array da 12 geofoni -



- Schema esecuzione MASW -

5.4 Elaborazione

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Winmasw 4.3 – Eliosoft*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare l'accelerogramma nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtri "passa basso", "passa alto", "passa banda", "taglia banda", il "muting" e l'ACG. Inoltre tramite le curve di attenuazione delle onde superficiali è possibile valutare con maggior precisione la qualità dei dati acquisiti.

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.



Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'intero di un "spazio di ricerca", modelli caratterizzati da parametri velocità di taglio (V_s) e spessori degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume (V_p) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative V_s , possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata. Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche.

Avendo a disposizione informazioni addizionali, quali ad esempio stratigrafie di sondaggio, analisi granulometriche, di densità, prove CPT ecc, è possibile impostare un modello geologico\geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati, la velocità delle onde P stimata e coefficiente di Poisson. Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito.

In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio (V_s) in funzione della profondità, con relativa tabella, calcolo delle V_{s30} e correlazione al tipo di terreno, come da normativa.

Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

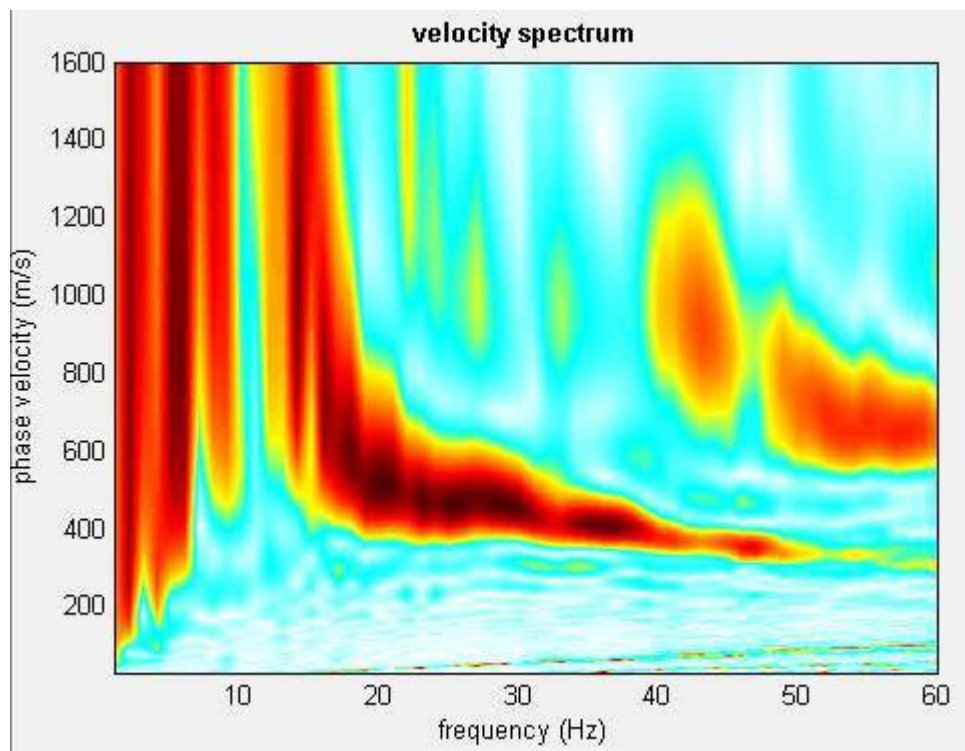
5.5 Risultati

Determinazione della categoria del suolo di fondazione.

L'analisi delle onde di Rayleigh, tramite metodo MASW, ha consentito stimare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio (V_s), come riportato nella tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore $V_{s,eq}$ per la sezione indagata.

Per depositi con profondità H del substrato inferiore a 30 m (come nel caso in oggetto), la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita ponendo H =profondità del bedrock sismico e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità (N.T.C. 2018 3.2.2).

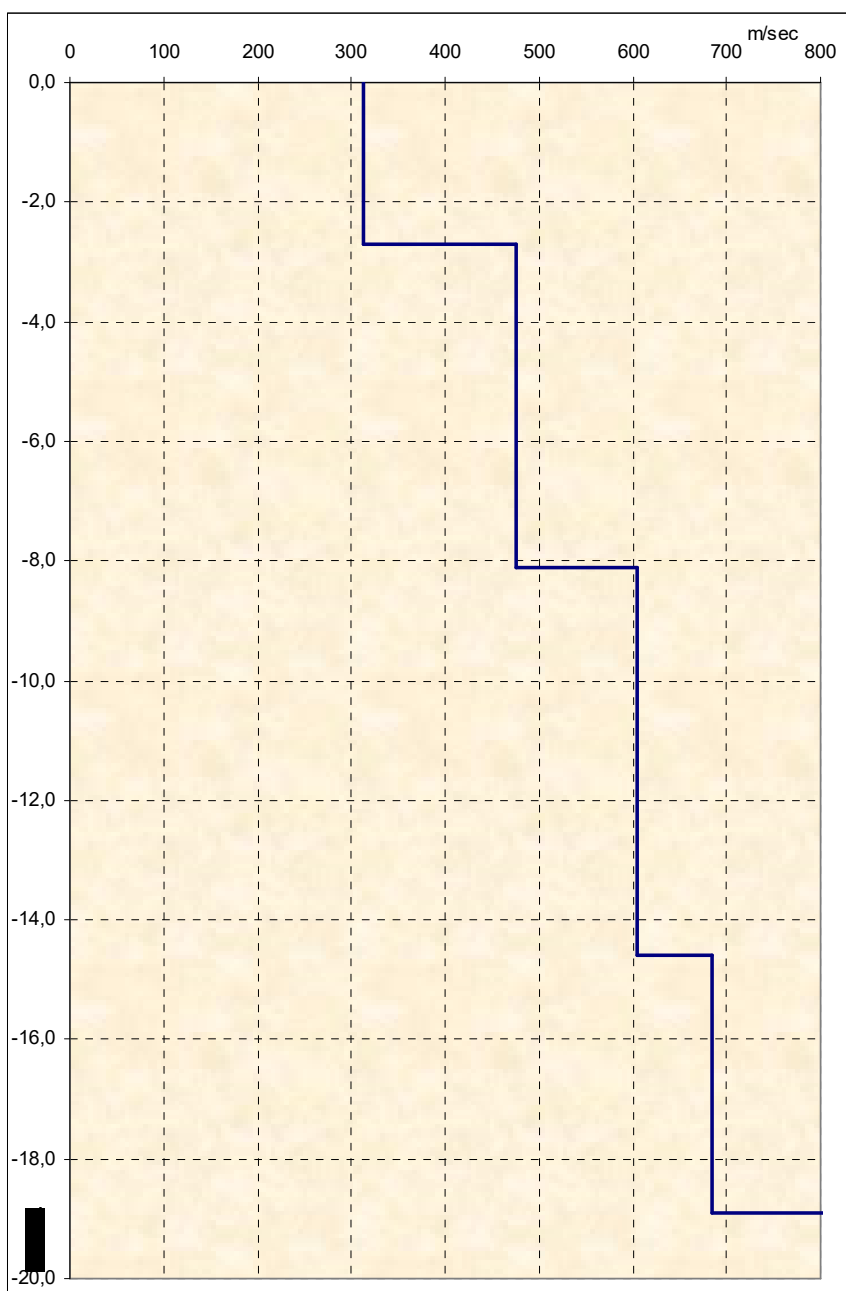
I valori di $V_{s,eq}$ sono quindi riferiti ai primi 13,90 m a partire da quota fondazioni, posate a -5,00 m da p.c.



- Diagramma della curva di dispersione MASW-1 -

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
-2,7	2,7	313
-8,1	5,4	476
-14,6	6,5	605
-18,9	4,3	685
-2,7	2,7	313
-8,1	5,4	476

- Sismostratigrafia MASW-1-



- Grafico velocità Vs/profondità MASW-1 -

Il valore V_{S30} è **591 m/sec**.

Secondo normativa la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C.

Categoria	Descrizione da D.M. 14/01/2008 - Tabella 3.2.II
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s."</i>

- Categoria di sottosuolo -



Descrizione da D.M. 14/01/2018 - Tabella 3.2.V		
Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
→ B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

- Espressioni di S_s e C_c -



6. AMPLIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

6.1 Generalità

La verifica dell'eventuale amplificazione sismica è condotta applicando le metodologie geologico-geofisiche indicate dalla Regione Lombardia nella D.G.R. 11 Novembre 2011 n° 9/2616 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11/03/2005 n. 12".

Il parametro calcolato per ciascun Comune da Regione Lombardia è riportato in una banca dati e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione del sito.

Per il Comune di Lonato del Garda la Regione Lombardia ha assegnato i valori di amplificazione per le diverse categorie di sottosuolo, sotto riportati, in funzione di due intervalli di periodi, di cui quello tra 0,1 e 0,5 secondi corrisponde indicativamente a fabbricati di altezza inferiore ai 5 piani mentre quello compreso tra 0,5 e 1,5 è relativo a fabbricati più alti.

INTEVALLO	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO			
(secondi)	B	C	D	E
0.1 - 0.5	1.5	1.8	2.3	2.0
0.5 - 1.5	1.7	2.4	4.3	3.0

6.2 Procedura Regione Lombardia

1° LIVELLO

Applicando il primo livello d'approfondimento si ricava che l'area in esame è soggetta a possibile amplificazione per effetti litologici in quanto ricadente nello scenario denominato Z4a:

zona PSL Z4a - zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi.

2° LIVELLO

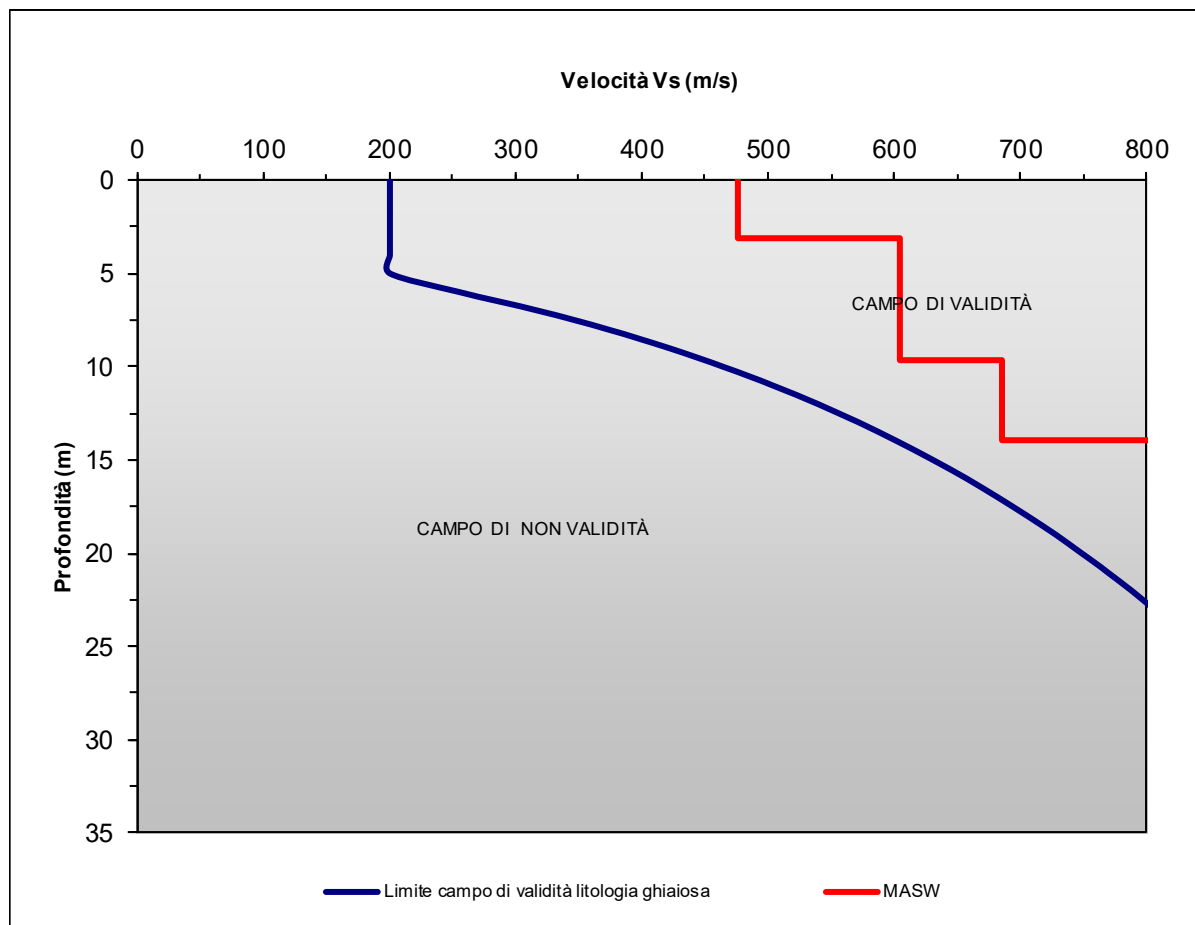
Ricadendo in scenario Z4a la normativa della Regione Lombardia prevede la verifica di 2° livello che si esplica nella verifica del fattore di amplificazione sismica. Il primo passaggio da compiere è quello di controllare la compatibilità dei dati ricavati con l'indagine sismica nel sito di intervento e la corrispondenza, nel campo delle variazioni di velocità con la profondità, delle schede tipo della Regione Lombardia relative ad alcune tipologie di suolo.

A questo punto, scelta la scheda di riferimento, si deve accertare che il valore di amplificazione in sito sia inferiore a quello definito da R.L. Nel caso in esame, come previsto dalla normativa regionale, si è adottata la *scheda dei terreni di litologia sabbiosa* che ben si associa all'andamento delle velocità con la profondità ricavate nel corso delle indagini geofisiche, come si vede nel grafico di seguito riportato.



Di fatto l'indagine geofisica evidenzia nei primi metri da p.c. valori di V_{s30} di circa 300 m/s, in progressivo aumento con la profondità fino al bedrock sismico, individuato circa a -19.0 m da p.c..

Di seguito è riportato il grafico dell'andamento delle velocità sismiche da piano fondazioni confrontate con la curva caratteristica.



- Andamento Vs scheda litologia ghiaiosa Regione Lombardia/MASW-1 -

6.3 Determinazione del periodo di riferimento del sito

La determinazione del periodo di riferimento del sito si ottiene applicando la seguente relazione:

$$T(s) = \frac{4 \times \sum_{i=1,N} h_i}{\frac{\sum_{i=1,N} h_i \times V_{Si}}{\sum_{i=1,N} h_i}}$$

Dove h_i è lo spessore in metri dello strato i -esimo, V_{Si} è la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo e N è il numero di strati.

L'applicazione della relazione implica di conoscere l'andamento delle velocità con la profondità sino a raggiungimento di velocità delle onde di taglio ≥ 800 m/sec. Nel caso in esame il bedrock sismico è stato individuato a circa 19.0 m da p.c. (pari a circa 14.0 m da quota fondazioni),



Considerando che la velocità del primo strato equivalente, di spessore pari a 9.6 m, è di circa 560 m/s e che la verifica degli effetti è stata condotta a partire da quota fondazioni (5.0 m da p.c.), si ricava quanto segue:

- Periodo proprio di sito $T = 0.09$ s
- Fattore di amplificazione ricavato dalla scheda litologia sabbiosa per **periodo 0.1-0.5 s: $F_a = 1.2$**
(soglia comunale categoria B = 1.5 ± 0.1)
- Fattore di amplificazione ricavato dalla scheda litologia sabbiosa per **periodo 0.5-1.5 s: $F_a = 1.7$**
(soglia comunale categoria B = 1.7 ± 0.1)

Tenendo conto di un valore di variabilità di ± 0.1 del valore della soglia comunale, come previsto da normativa regionale, il valore di F_a caratteristico del sito di studio risulta inferiore al valore comunale previsto da Regione Lombardia per la categoria di suolo B, pertanto la normativa è da ritenersi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito sia per il periodo 0.1-0.5 s, sia per il periodo 0.5-1.5 s.



7. AZIONE SISMICA

7.1 Introduzione

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 e del successivo aggiornamento (D.M. 17/01/2018), la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

La normativa prevede la definizione della Pericolosità sismica di base del sito in costruzione in termini di:

- Accelerazione orizzontale massima attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (a_g);
- Spettro di risposta elastico in accelerazione corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza (P_{VR}) nel periodo di riferimento (V_R), legate alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (Stati Limite), definiti a partire dai valori dei parametri caratteristici a_g , F_0 e T^*_c (rispettivamente accelerazione orizzontale massima al sito, valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale e periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

Stati Limite		P_{VR} - Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il territorio nazionale è stato suddiviso in punti denominati "nodi", a ciascuno dei quali sono stati assegnati i valori dei parametri spettrali di cui sopra (a_g , F_0 e T^*_c) per diversi tempi di ritorno dell'azione sismica (T_R), definiti sulla base del periodo di riferimento (V_R) e della probabilità di superamento nel periodo di riferimento (P_{VR}).

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Il periodo di riferimento (V_R) è definito, come prescritto al §2.4.3 delle NTC, in funzione della vita nominale dell'opera in progetto (V_N) e della sua Classe d'uso (a cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U):

$$V_R = V_N \times C_U$$

Una volta determinata la pericolosità sismica di base, legata essenzialmente all'ubicazione del sito oggetto di studio sul territorio nazionale e sulle caratteristiche dell'opera in progetto, la normativa prevede la definizione dell'azione sismica di progetto in termini di massima accelerazione al suolo attesa (a_{MAX}) e spettro di accelerazione di progetto, mediante la valutazione di eventuali effetti di



amplificazione stratigrafica (S_S e C_C) e topografica (S_T) del moto sismico in corrispondenza del sito in oggetto di studio, secondo quanto riportato al § 3.2.2 della normativa stessa.

CATEGORIE E COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA			
Cat. Strat.	Descrizione	S_S	C_C
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori delle onde di taglio superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m.</i>	1.00	1.00
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \times F_0 \times a_g / g \leq 1.20$	$1.1 \times (T^* C)^{-0.20}$
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \times F_0 \times a_g / g \leq 1.50$	$1.05 \times (T^* C)^{-0.33}$
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 100 m/s e 180 m/s.</i>	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \times F_0 \times a_g / g \leq 1.80$	$1.25 \times (T^* C)^{-0.50}$
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \times F_0 \times a_g / g \leq 1.60$	$1.15 \times (T^* C)^{-0.40}$

- Categoria e coefficienti di amplificazione stratigrafica - NTC2018-

Cat. Topo.	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-	1
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

- Categoria e coefficienti di amplificazione topografica - NTC2018-

In definitiva, per ogni probabilità di superamento del periodo di riferimento, il valore dell'accelerazione massima attesa al suolo è ricavato dalla seguente equazione:

$$a_{MAX} = a_g \times S_S \times S_C$$

7.2 Pericolosità sismica di base

La definizione dei parametri sismici di progetto è stata eseguita, direttamente per il sito in esame, a partire dai parametri fondamentali per l'opera in progetto. Sulla base delle caratteristiche dell'opera, sono stati scelti i seguenti parametri:



Tipo di costruzione:	Categoria 2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
Vita nominale (VN):	50 anni	Funzione del tipo di costruzione
Classe d'uso:	II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Coefficiente CU:	1.0	Funzione della classe d'uso

Periodo di riferimento (V_R): 50 anni

I parametri di pericolosità sismica di base sono stati elaborati a partire dalle coordinate del sito di riferimento:

- Sito in esame: via Salera, 2 – Lonato del Garda (BR)
- Latitudine: 45.456475°
- Longitudine: 10.473509°

Sulla base di tali parametri di ingresso si ottengono i seguenti valori di pericolosità sismica di base:

PARAMETRI SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICA	u.m.	STATO LIMITE			
		SLO	SLD	SLV	SLC
Probabilità di superamento (P_{VR})	%	81	63	10	5
Tempo di ritorno (T_R)	anni	30	50	475	975
Accelerazione orizzontale massima attesa (su suolo rigido) (a_g)	g	0.040	0.055	0.156	0.203
Valore massimo fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0)	-	2.613	2.493	2.470	2.485
Tempo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T^*_c)	s	0.222	0.244	0.272	0.278

7.3 Azione sismica di progetto

L'azione sismica di progetto è stata calcolata, secondo quanto prescritto nella normativa di riferimento (NTC2018), valutando le amplificazioni stratigrafiche e le amplificazioni topografiche specifiche del sito oggetto di studio.



- Categoria topografica: definita sulla base delle osservazioni effettuate in sito e sulle informazioni riportate sul PGT del comune di Castellone in relazione all'area oggetto di studio.

Categoria topografica: T1
(superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°)

- Categoria stratigrafica: definita sulla base dei risultati delle indagini geofisiche eseguite e dello studio dei possibili effetti di amplificazione sismica locale secondo la normativa regionale (§7, §8).

Categoria di sottosuolo: B
<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s</i>

In definitiva, sulla base di tutte le considerazioni di cui sopra, i parametri sismici di progetto risultano:

PARAMETRI SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICA DI PROGETTO	u.m.	STATO LIMITE			
		SL0	SLD	SLV	SLC
Coefficiente topografico (S_T)	-	1.000	1.000	1.000	1.000
Coefficiente stratigrafico (S_S)	-	1.200	1.200	1.200	1.199
Coefficiente di modifica del periodo (C_C)	-	1.487	1.458	1.427	1.421
Accelerazione orizzontale massima attesa di progetto ($a_{MAX}(g)$)	g	0.048	0.066	0.187	0.243
Accelerazione orizzontale massima attesa di progetto (a_{MAX})	m/s^2	0.474	0.651	1.836	2.382

Il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalle NTC2018:

- Nei confronti di tutti gli Stati Limite Ultimi (SLU) quando siano soddisfatte le verifiche al solo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).
- Nei confronti di tutti gli Stati Limite di Esercizio (SLE) quando siano soddisfatte le verifiche al solo Stato Limite di Danno (SLD).



8. INDAGINE GEOGNOSTICA

8.1 Sondaggi geognostici

La necessità di acquisire validi e significativi dati geotecnici, circa le caratteristiche del sottosuolo, ha suggerito l'esecuzione di un'indagine geognostica specifica; essa è consistita nell'esecuzione complessiva di n.3 sondaggi a carotaggio continuo, verticali, spinto sino alla profondità di -10.00 m da p.c. e -15.00 m da p.c..

Nella tabella successiva sono sinteticamente riassunte le caratteristiche di ogni sondaggio eseguito.

Negli allegati specifici annessi al presente documento, sono riportate l'ubicazione dei sondaggi, la stratigrafia e il relativo report fotografico.

SONDAGGI GEOGNOSTICI				
SIGLA	PROFONDITA' (m da p.c.)	N. PROVE S.P.T.	N. PROVE LEFRANC	COMPLETAMENTO FORO
S1	10.00	3	1	Riempimento con materiale di risulta additivato con miscela acqua cemento in rapporto 1:1
S2	15.00	5	4	Riempimento con materiale di risulta additivato con miscela acqua cemento in rapporto 1:1
S3	10.00	3	2	Riempimento con materiale di risulta additivato con miscela acqua cemento in rapporto 1:1

-Sintesi caratteristiche sondaggi eseguiti-

La perforazione è stata eseguita con sonda cingolata a rotazione, modello CMV MK 600, secondo quanto prescritto nelle raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche (AGI, 1977).

La rotazione è fornita da mandrino montato nella parte superiore dell'antenna, il tiro e la spinta sono assicurati da un motore oleodinamico con trasmissione a catena; la morsa è di tipo doppio con sistema di controllo oleodinamico. Il controllo della verticalità è assicurato tramite quattro stabilizzatori a pistone, con controllo tramite livella a bolla posta nella parte posteriore.

Gli utensili utilizzati per l'avanzamento della perforazione e per il prelievo di campioni indisturbati sono:

- Aste di perforazione con filettatura tronco conica APIR 2" 3/8 • EST=76 mm, L=1.50÷3.00 m;
- Tubi di rivestimento $\varnothing_{EST}=127$ mm, L=1.50 m;
- Carotiere "semplice" con valvola in testa a sfera a calice $\varnothing_{EST}=101$ mm, L=1.50÷3.00 m;
- Pompa centrifuga con pressione di iniezione massima pari a 40 bar a e portata massima pari a 200 l/min;
- Corone in widia;



La perforazione è stata eseguita completamente a secco, il fluido di circolazione, costituito da acqua additivata con polimero biodegradabile, è stato utilizzato unicamente per le fasi di posa delle tubazioni di rivestimento provvisorio.

Il materiale prelevato durante le perforazioni è stato depositato, in modo continuo ed ordinato, in apposite cassette catalogatrici in PVC (capacità 5.0 m), ognuna siglata temporaneamente con l'identificativo del sondaggio, l'intervallo di profondità, la profondità di prelievo dei campioni, la profondità di esecuzione delle prove geotecniche in situ, il committente e la data di perforazione.

Le cassette catalogatrici, una volta riempite, sono state fotografate e descritte da geologo abilitato.

Al termine delle operazioni di perforazione tutti i fori sono stati ritombati con materiale di risulta della perforazione additivato con miscela acqua cemento in rapporto 1:1.

8.2 Prove penetrometriche dinamiche SPT

Le prove penetrometriche dinamiche tipo SPT sono state eseguite in foro in avanzamento alle profondità indicate dalla Committenza, secondo le modalità esecutive proposte dall'A.G.I. e in accordo con le modalità contenute nella norma ASTM 1586/68 e nella norma UNI EN ISO 22476-3:2012.

La prova consiste nell'infissione a percussione nel terreno, secondo una procedura standard, di un campionatore a fondo foro per tre tratti di lunghezza pari a 150 mm; durante la prova viene registrato il numero di colpi necessario all'attraversamento dei tre tratti di lunghezza pari a 150 mm (N1, N2 e N3).

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione della prova è la seguente:

- Dispositivo di battitura con maglio a sganciamento automatico del tipo Plicon-Nenzi (63.50 kg), con caduta libera da H=75 cm e testa di battuta in acciaio;
- Aste di collegamento fra testa di battuta e campionatore Raymond L=3.00 m, \varnothing =50 mm, giunte a nipplo m/m;
- Campionatore Raymond a punta chiusa e/o aperta;

Il numero di colpi N_{SPT} è la somma dei valori relativi agli ultimi due tratti di prova (30 cm) e consente la definizione, con buon grado di precisione, dei principali parametri meccanici del terreno; i valori riferiti ai primi 15 cm, generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione.

Quando il numero di colpi necessari al superamento del primo tratto da 15 cm superi 50 o nel caso che il numero di colpi necessario al superamento del secondo e del terzo tratto da 15 cm superi 100, la prova è considerata a rifiuto, e si annota la profondità di infissione del campionatore relativo a 50 colpi (nei primi 15 cm) o a 100 colpi (nel secondo e terzo livello).



Per i terreni nel quale si è registrato il rifiuto della prova non esistono in letteratura correlazioni con l'angolo di attrito e/o con la coesione. Indicativamente è possibile individuare un valore di massima ponendo $N_{SPT} = 50$.

Nei sondaggi oggetto del presente documento, le prove S.P.T. sono state effettuate con campionatore Raymond a punta chiusa, a causa delle caratteristiche granulometriche del materiale presente nel sottosuolo (presenza di abbondante ghiaia e ciottoli).

Preventivamente all'esecuzione di ogni prova è stata verificata la profondità effettivamente raggiunta dalla perforazione mediante scandaglio graduato; nel caso di problemi di instabilità delle pareti del foro, la tubazione di rivestimento è stata inserita in modo da mantenere la colonna metallica a circa 50 cm al di sopra del tratto di prova, e tale da arrecare il minor disturbo al terreno naturale.

Nella tabella successiva sono sinteticamente riportati i valori misurati durante l'esecuzione delle prove S.P.T..

PROVE SPT					
SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA SPT	PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)	CAMPIONAT. UTILIZZATO	NUMERO DI COLPI ($N_1-N_2-N_3$)	N_{SPT}
S1	SPT 1	3.00÷3.45	Punta chiusa	44-50/12 cm	Rifiuto
	SPT 2	6.00÷6.45	Punta chiusa	50/5 cm	Rifiuto
	SPT 3	9.00÷9.45	Punta chiusa	33-34-42	76
S2	SPT 1	3.00÷3.45	Punta chiusa	40-39-25	64
	SPT 2	6.00÷6.45	Punta chiusa	39-50/7 cm	Rifiuto
	SPT 3	9.00÷9.45	Punta chiusa	32-50/6 cm	Rifiuto
	SPT 4	12.00÷12.45	Punta chiusa	35-42-50/8 cm	Rifiuto
	SPT 5	15.00÷15.45	Punta chiusa	50/8 cm	Rifiuto
S3	SPT 1	3.00÷3.45	Punta chiusa	50/11 cm	Rifiuto
	SPT 2	6.00÷6.45	Punta chiusa	44-50/8 cm	Rifiuto
	SPT 3	9.00÷9.45	Punta chiusa	50/8 cm	Rifiuto

- Sintesi risultati prove SPT-

8.3 Parametri geotecnici desunti dalle prove SPT

In letteratura esistono diverse correlazioni fra i principali parametri geotecnici del terreno e il valore N_{SPT} .

Nel presente paragrafo vengono riportati i principali parametri geotecnici dei terreni investigati mediante prove SPT, basate sulle seguenti correlazioni, la cui descrizione sintetica è riportata in Appendice 1:

- Densità Relativa: correlazione di Terzaghi & Peck (1948) e di Gibbs & Holtz (1954);
- Angolo di attrito efficace: correlazione di Peck, Hanson & Thorburn (1953-1974);
- Coesione non drenata (solo per terreni coesivi): correlazione di Terzaghi & Peck (1948-1967);
- Modulo di deformazione drenato: correlazione di Terzaghi (1970);
- Peso di volume secco e saturo: correlazione di Terzaghi & Peck (1948-1967) per terreni granulari e correlazioni di Terzaghi & Peck (1948-1967) e di Bowles (1982) per terreni coesivi.



Di seguito sono riportate le tabelle di sintesi dei risultati delle prove S.P.T. effettuate ed i corrispondenti parametri geotecnici ricavati dalle stesse per elaborazione, utilizzando le correlazioni di cui sopra.

PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT									
SONDAGGIO	Prova SPT	Profondità di prova (m da p.c.)	Numero di colpi (N ₁ -N ₂ -N ₃)	N _{SPT}	NATURA GRANULARE				
					Dr (%)	φ (°)	E' (kg/cm ²)	γ _{SAT} (t/m ³)	γ _{DRY} (t/m ³)
S1	SPT 1	3.00÷3.45	44-50/12 cm	Rifiuto	>85.0	>41.0	>505	>2.15	>1.85
	SPT 2	6.00÷6.45	50/5 cm	Rifiuto	>85.0	>41.0	>505	>2.15	>1.85
	SPT 3	9.00÷9.45	33-34-42	76	94.8	44.3	622.3	2.21	1.94
S2	SPT 1	3.00÷3.45	40-39-25	64	90.3	43.1	571.0	2.18	1.90
	SPT 2	6.00÷6.45	39-50/7 cm	Rifiuto	>85.0	>41.0	>505	>2.15	>1.85
	SPT 3	9.00÷9.45	32-50/6 cm	Rifiuto	>85.0	>41.0	>505	>2.15	>1.85
	SPT 4	12.00÷12.45	35-42-50/8 cm	Rifiuto	>85.0	>41.0	>505	>2.15	>1.85
	SPT 5	15.00÷15.45	50/8 cm	Rifiuto	>85.0	>41.0	>505	>2.15	>1.85
S3	SPT 1	3.00÷3.45	50/11 cm	Rifiuto	>85.0	>41.0	>505	>2.15	>1.85
	SPT 2	6.00÷6.45	44-50/8 cm	Rifiuto	>85.0	>41.0	>505	>2.15	>1.85
	SPT 3	9.00÷9.45	50/8 cm	Rifiuto	>85.0	>41.0	>505	>2.15	>1.85

- Sintesi parametri geotecnici desunti da prove SPT-



8.4 Prove di permeabilità in foro tipo Lefranc

8.4.1 Generalità

Durante la campagna di indagine sono state eseguite n.13 prove di permeabilità tipo Lefranc nei fori di sondaggio, secondo quanto prescritto nelle Raccomandazioni A.G.I. (1977).

La prova di permeabilità consente di ricavare la conducibilità idraulica del terreno interessato dalla tasca di prova dalla misura del quantitativo di acqua assorbito dal terreno nel tempo.

Tali prove vengono eseguite in avanzamento entro fori di sondaggio, rivestiti fino alla sommità dell'orizzonte di prova, costituito da una sezione filtrante cilindrica creata mediante avanzamento a secco della colonna di rivestimento e successivo graduale sollevamento, oppure avanzando con la perforazione al di sotto della scarpa della colonna stessa.

La prova, eseguita generalmente per immissione d'acqua nel foro, può essere eseguita con le seguenti metodologie (in funzione della tipologia di terreno):

- a carico idraulico costante, misurando, dopo il raggiungimento della condizione di regime idraulico stazionario, la portata immessa ad intervalli temporali standard;
- a carico idraulico variabile, misurando nel tempo i livelli progressivamente decrescenti, dopo aver creato un temporaneo innalzamento della falda acquifera, mediante immissione di un volume di acqua nel foro.

La metodologia di prova adottata dipende essenzialmente dalla capacità di drenaggio del deposito investigato; in linea generale si esegue una prova a carico costante quando il terreno investigato drena velocemente l'acqua introdotta, in caso contrario si esegue una prova a carico variabile.

Tutte le prove eseguite durante la campagna di indagini sono state effettuate per immissione di acqua nel foro utilizzando una tasca cilindrica creata dall'utensile di perforazione o direttamente dalla tubazione di rivestimento, i valori di conducibilità idraulica ricavati sono relativi alla componente orizzontale (kH), in quanto per ogni prova eseguita il rapporto fra lunghezza della tasca di prova e diametro del foro è superiore a 3.9.

8.4.2 Metodologia di prova a carico costante

Una volta creata la tasca di prova, quest'ultima viene riempita mediante ghiaietto siliceo calibrato (per sostenerne le pareti), dopo aver verificato a mezzo di scandaglio l'effettiva profondità della tasca stessa.

Successivamente alla verifica del completo riempimento della tasca di prova, si annotano tutte le informazioni geometriche della prova (profondità della colonna di rivestimento, sporgenza del rivestimento dal piano campagna, diametro della tasca di prova, diametro dei rivestimenti).

Nel caso di prova eseguita al di sopra del livello statico della falda, si procede alla saturazione del terreno mediante immissione di acqua nel foro per un tempo variabile fra 30:00 minuti e 45:00 minuti.



Durante la prova, mediante conta litri collegato alla tubazione di mandata, si annotano le letture del volume di acqua immessa nel foro necessario a mantenere il livello idrico costante all'interno della colonna di rivestimento ogni cinque minuti, per un totale di 7 letture (durata della prova pari a 30:00 minuti).

I valori misurati vengono riportati su un grafico volume d'acqua introdotto-tempo, per verificare l'eventuale insorgimento di fenomeni di intasamento o erosione dei pori del terreno in corrispondenza della tasca di prova.

Il coefficiente di conducibilità idraulica viene calcolato con la seguente relazione:

$$k = \frac{Q}{F \times h}$$

Dove:

- Q: portata immessa (m³/s);
- F: fattore di forma dipendente dalla geometria della tasca di prova (m) (Hvorslev, 1951);
- h: carico idraulico nel foro (m).

8.4.3 Metodologia di prova a carico variabile

Le modalità di esecuzione della tasca di prova e tutti gli accorgimenti per l'eventuale saturazione del terreno sottoposto a prova sono i medesimi della prova a carico costante (si veda paragrafo precedente).

Durante la prova vengono misurati mediante freatimetro con segnalatore acustico e luminoso, gli abbassamenti della colonna d'acqua introdotta nella colonna di rivestimento, secondo una scala di tempi logaritmica (10", 20", 30", 60" ecc.) per almeno un'ora o fino al termine degli abbassamenti.

I valori misurati nel corso della prova vengono riportati su un grafico abbassamento-tempo e su un grafico carico idraulico normalizzato (H/H₀, dove H carico idraulico nel foro al tempo t, H₀ carico idraulico nel foro al tempo 0)-tempo in scala semi logaritmica.

Il coefficiente di conducibilità idraulica viene calcolato con il metodo del tempo di riequilibrio (Cassan, 1980), secondo la relazione:

$$k = \frac{A}{F \times T}$$

Dove:

- A: area trasversale della tubazione di rivestimento (m²);
- F: fattore di forma dipendente dalla geometria della tasca di prova (m) (Hvorslev, 1951);
- T: tempo di riequilibrio, calcolato dal diagramma carico idraulico normalizzato-tempo (s); rappresenta il tempo corrispondente al valore di H/H₀=0.37, ricavato sulla retta che meglio interpola la curva sperimentale, riportata all'origine degli assi (H/H₀=1 e t=0).



8.4.4 Risultati

I certificati di ogni singola prova eseguita sono riportati in allegato; nella tabella successiva sono riassunte le caratteristiche e i risultati di ogni prova eseguita.

SINTESI PROVE LEFRANC						
SONDAGGIO	PROVA	TIPOLOGIA DI PROVA	TASCA DI PROVA (m da p.c.)	CONDUCIBILITA' IDRAULICA		NOTE
				(m/s)	(cm/s)	
S1	LFV-01	a carico variabile	7.00÷7.50	5.68E-06	5.68E-04	-
S2	LFC-01	a carico costante	4.00÷4.50	1.79E-04	1.79E-02	-
	LFC-02	a carico costante	7.00÷7.50	5.10E-05	5.10E-03	-
	LFV-03	a carico variabile	10.00÷10.50	1.31E-06	1.31E-04	-
	LFV-04	a carico variabile	13.00÷13.50	1.09E-06	1.09E-04	-
S3	LFC-01	a carico costante	4.00÷4.50	3.35E-05	3.35E-03	-
	LFV-02	a carico variabile	7.00÷7.50	1.01E-06	1.01E-04	-

- Sintesi risultati prove Lefranc-



9. RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. Possono essere suscettibili a liquefazione i depositi che presentano le seguenti caratteristiche:

- Granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente da 0 a 25%.
- Si trovano sotto falda.
- Sono da poco a mediamente addensati.
- Si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 m).

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche, è soggetto soltanto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti soprastanti. Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Nel terreno si possono quindi generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento, costituita, ad una data profondità, dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi.

In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda, in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua. I metodi di calcolo permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, data dal rapporto tra la resistenza al taglio mobilabile nello strato (R) e lo sforzo tagliante indotto dal sisma (T). Si avrà:

$$F_s = R/T.$$

Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione, se il coefficiente di sicurezza sarà minore di 1. La grandezza T dipende dai parametri del sisma; R è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche dinamiche, statiche o con i valori delle velocità delle onde S ricavati da stendimenti di sismica a rifrazione.

In ogni caso la verifica alla liquefazione può essere esclusa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5.
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g.
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.



-
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

Alla luce di quanto sopra esposto, nel caso in oggetto, tenendo conto delle caratteristiche litostratigrafiche, del grado di addensamento dei depositi e dell'input sismico di riferimento, il rischio che si verifichi una forte riduzione della resistenza al taglio (liquefazione) è estremamente basso.



10. NATURA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

Si ritiene che i risultati dell'indagine siano sufficientemente esaustivi e rappresentativi, tali da permettere una caratterizzazione litologico-geotecnica del terreno indagato in relazione alla tipologia costruttiva in progetto. I terreni in oggetto, dal punto di vista stratigrafico, si presentano piuttosto omogenei anche se non mancano eterogeneità sia in senso verticale che orizzontale con passaggi laterali ed eteropie, nonché con variazioni nel grado di addensamento.

Al di sotto di uno strato di terreno vegetale (costituito da sabbia con limo, localmente limosa, ghiaiosa, localmente con locali ciottoli) di spessore variabile da 0.25 a 1.00 m circa, è presente un livello di costituito da ghiaia e sabbia, da con ciottoli a ciottolosa, con locali trovanti, caratterizzata da percentuale di materiale limoso variabile, osservata in tutti i sondaggi eseguiti sino al termine delle perforazioni.

In tutti i fori eseguiti, come precedentemente accennato, non è stata riscontrata la presenza di falda.

La successione stratigrafica, espressa in termini di unità geotecniche, può essere sintetizzata come di seguito riportato:

UNITA' GEOTECNICA A

- Terreno vegetale: sabbia da limosa a con limo, ghiaiosa, localmente con ghiaia.
- Profondità: da 0.00 m a -1.00 m da p.c.
- $N_{SPT}=4-5$ (ipotizzato)

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma_N = 1.89$
<i>Peso di volume saturo(t/mc)</i>	$\gamma_{SAT} = 2.03$
<i>Coesione efficace (kg/cmq)</i>	$c' = 0$
<i>Angolo di attrito (°)</i>	$\phi = 27-28$
<i>Densità relativa %</i>	$Dr = 15\div 18$
<i>Modulo di deformazione (kg/cmq)</i>	$E = 142\div 159$

UNITA' GEOTECNICA B

- Ghiaia e sabbia con ciottoli con percentuale di frazione fine limosa variabile
- Profondità: da -1.00 m a -15.00m da p.c.
- $N_{SPT}=50$

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma_N = 1.99$
<i>Peso di volume saturo(t/mc)</i>	$\gamma_{SAT} = 2.09$
<i>Coesione efficace (kg/cmq)</i>	$c' = 0$
<i>Angolo di attrito (°)</i>	$\phi = 41$
<i>Densità relativa %</i>	$Dr = 85$
<i>Modulo di deformazione (kg/cmq)</i>	$E = 504$

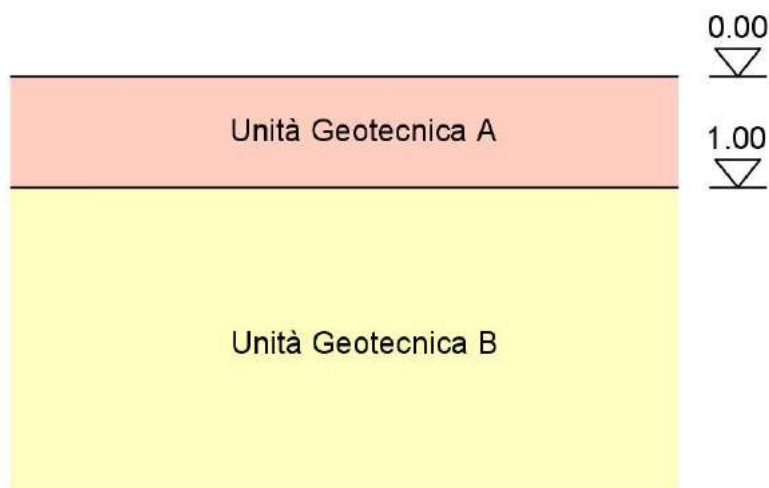


Si sottolinea che la caratterizzazione di cui sopra è stata effettuata sulla base delle seguenti considerazioni:

- Per l'unità geotecnica A i parametri sono stati calcolati sulla base di un valore di N_{SPT} ipotizzato dagli scriventi (basato su dati bibliografici relativi a terreni di natura simile a quelli osservati), in quanto all'interno di queste litologie non sono state eseguite prove geotecniche;
- Per l'unità geotecnica B i parametri sono stati calcolati imponendo un valore di N_{SPT} pari a 50, in quanto la maggior parte delle prove eseguite in foro sono andate a rifiuto (n. di colpi superiori a 50 per l'attraversamento di uno strato da 15 cm di spessore).

Si sottolinea inoltre che, sulla base delle prove di permeabilità in foro eseguite, si può attribuire ai terreni appartenenti all'unità geotecnica B, un coefficiente di conducibilità idraulica orizzontale compresa fra circa $3.00E-05$ m/s e $4.00E-05$, con locali variazioni legate alla differente percentuale di materiale fine di natura limosa presente nel sottosuolo.

Nella figura successiva è riportato in forma grafica il modello geotecnico adottato per il sito in esame, utilizzando gli spessori e i parametri più sfavorevoli risultanti dall'interpretazione delle prove SPT.



-Modello geotecnico adottato per il sito in esame-

Alla luce di quanto sopra esposto è ragionevole estrapolare i dati ottenuti dall'indagine puntuale all'intero volume di terreno di fondazione in ogni singolo settore omogeneo, facendo cautelativamente riferimento, in sede di verifiche geotecniche, ai parametri mediamente più bassi, assunti nel modello geotecnico di fondazione.



11. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

La presente relazione è stata redatta al fine di valutare le caratteristiche geologiche, idrogeologiche geotecniche e sismiche di un'area ubicata nel comune di Lonato del Garda, via Salera n.2, interessata dalla lottizzazione omonima.

A tal fine, per verificare la natura dei terreni presenti nei primi metri di sottosuolo in corrispondenza dell'area sono stati eseguiti n. 3 sondaggi a carotaggio continuo, verticali, spinti sino alla profondità di -10.00 e -15.00 m dall'attuale piano campagna, con esecuzione di prove SPT in foro ogni 3.0 m e di prove di permeabilità di tipo Lefranc

La definizione della categoria di sottosuolo per il calcolo dei parametri sismici sito-specifici è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalla prova geofisica effettuata (MASW) e dall'analisi di secondo livello prescritta da Regione Lombardia.

Tali indagini hanno messo in evidenza la presenza, al di sotto di uno strato di terreno vegetale sabbioso limoso con ghiaia di spessore massimo pari a 1.00 m, di depositi fluvioglaciali ghiaioso sabbiosi, da ciottolosi a con ciottoli, con percentuale variabile di limo.

Sulla base delle considerazioni svolte nei paragrafi precedenti e delle indagini realizzate nell'area in oggetto si traggono le seguenti conclusioni:

- La geomorfologia dell'area, limitatamente alla zona interessata dagli interventi, risulta esente da fenomeni in rapida evoluzione geomorfologica in atto o potenziali che pregiudichino la stabilità dei luoghi e la buona riuscita delle opere in progetto.
- Il livello piezometrico della prima falda all'atto delle indagini (aprile 2018) non è stato rinvenuto, in accordo con i dati bibliografici reperiti dal PGT comunale che indica soggiacenze comprese fra 50 e 60 m da p.c..
- Sulla base dell'indagine sismica eseguita il valore della velocità di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità da piano fondazioni (V_{S30}) nei terreni interessati dall'intervento in oggetto è pari a 591 m/sec, pertanto la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la B: *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.”*
- L'analisi di 2° livello per l'amplificazione sismica di sito eseguita utilizzando il metodo Regione Lombardia ha fornito, relativamente al periodo 0.1÷0.5 sec e 0.5÷0.15 sec, un Fa di sito rispettivamente pari a 1.2 e 1.7, entrambi inferiori ai corrispettivi valori di soglia comunale; si potrà quindi applicare lo spettro previsto da normativa per la categoria di sottosuolo B.



- L'accelerazione sismica massima attesa nell'area di studio (a_{max}) per lo Stato Limite di Vita (SLV), definita a partire dalla pericolosità sismica di base sito specifica e dai parametri sismici di progetto, risulta pari a 1.836 m/sec². corrispondente a un valore di $a_{MAX(g)} = 0.187$
- In fase esecutiva, dato il carattere puntuale dei dati forniti dalle indagini, sarà comunque opportuno verificare la rispondenza delle condizioni locali con le caratteristiche litologiche ed idrogeologiche indicate nella presente relazione; nel caso di mancata rispondenza si consiglia la sospensione dei lavori e la tempestiva comunicazione agli scriventi. Nell'eventualità anche le condizioni geotecniche e quindi di stabilità dei depositi dovranno essere rivedute e corrette.

Carpenedolo (BS), 19/07/2018

Il geologo





ALLEGATI



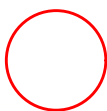
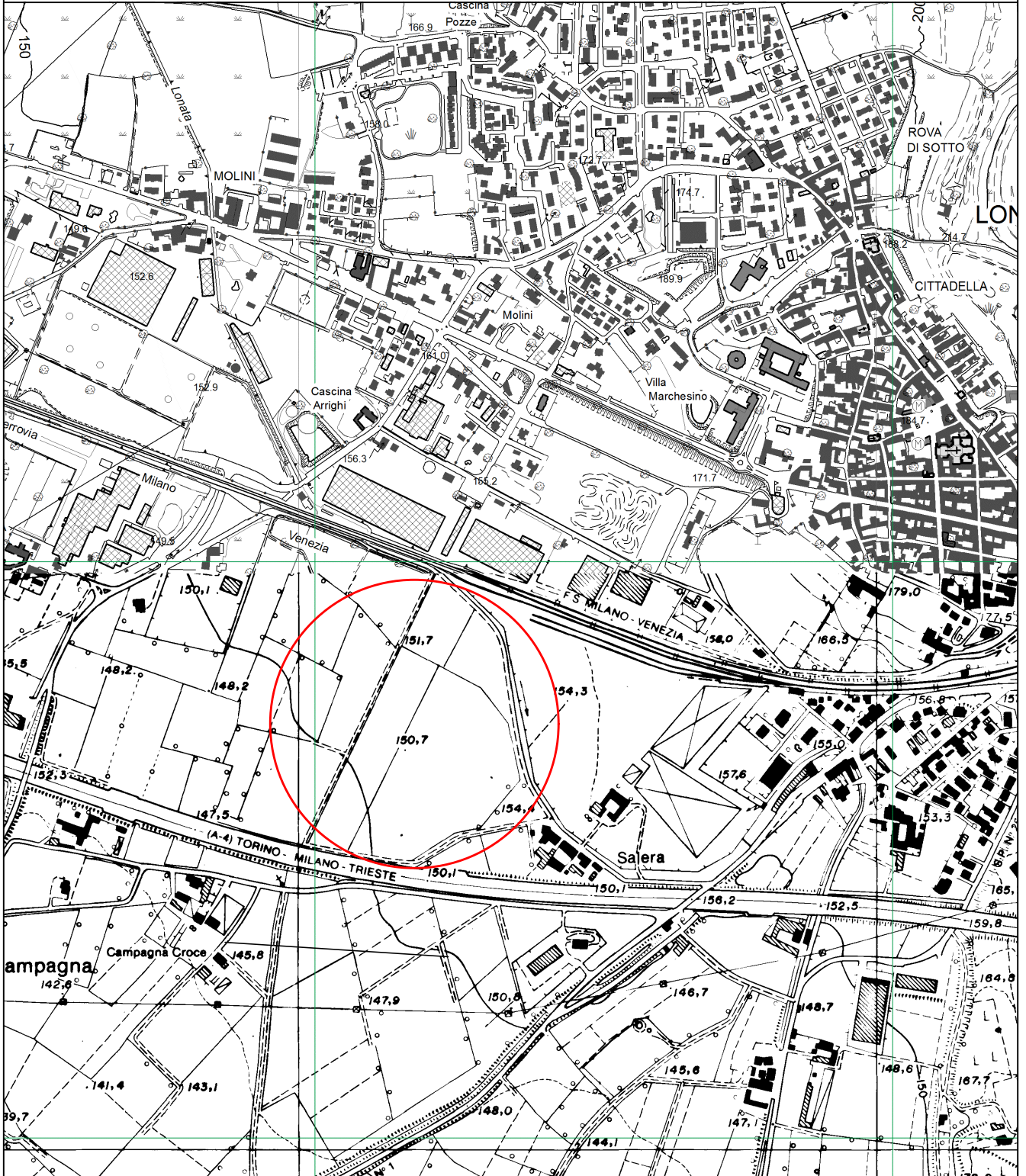
S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

COROGRAFIA

1:10.000

Provincia di BRESCIA
Comune di LONATO DEL GARDA (BS)
PIANO DI LOTTIZZAZIONE SALERA 2,
VIA SALERA n.2

Sez. C.T.R. D6E3
Base cartografica Carta Tecnico Regionale Lombardia
(C.T.R. R.L.) scala 1:10.000



UBICAZIONE AREA DI INTERESSE

NORD





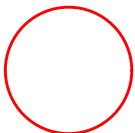
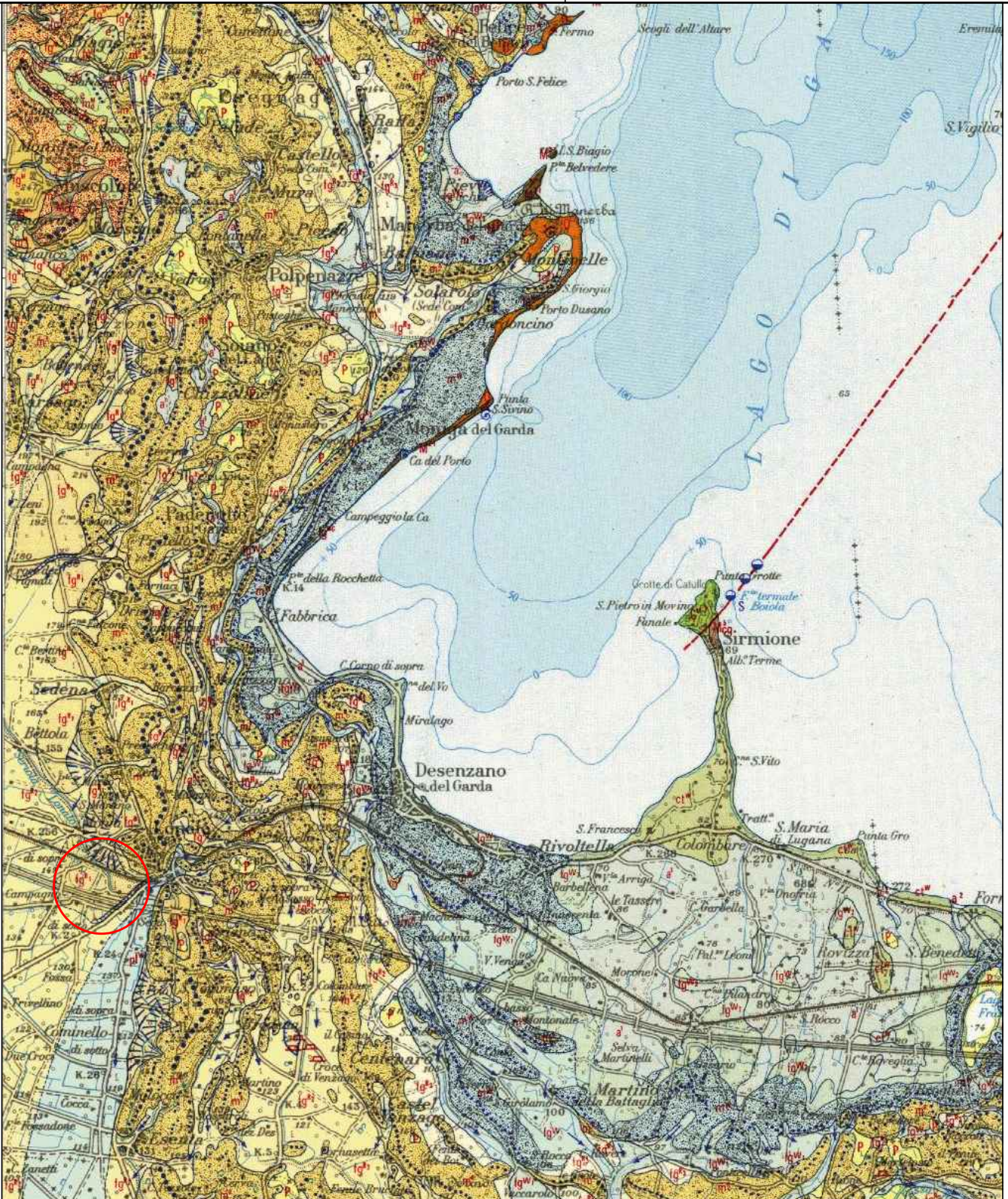
S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

CARTA GEOLOGICA

1:100.000

Provincia di BRESCIA
Comune di LONATO DEL GARDA (BS)
PIANO DI LOTTIZZAZIONE SALERA 2,
VIA SALERA n.2

Foglio 48- PESCHIERA (stralcio)
Base cartografica Carta Geologica d'Italia
scala 1:100.000




Area di interesse

NORD



Provincia di BRESCIA
Comune di LONATO DEL GARDA (BS)
PIANO DI LOTTIZZAZIONE SALERA 2,
VIA SALERA n.2



 S2 (15 m)
Sondaggi geognostici (fra parentesi è indicata la profondità)



Provincia di Brescia
COMUNE DI LONATO DEL GARDA



PIANO DI LOTTIZZAZIONE P.L. SALERA 2
VIA SALERA, 2 – LONATO DEL GARDA (BS)

Stratigrafie sondaggi

Committente: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.	Sondaggio: S1
Riferimento: Piano di Lottizzazione Salera 2	Data: 24.04.2018
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

STRATIGRAFIA - S1

Pagina 1/1

Ø mm	R v	A metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test			Lefranc CC cm/sec	Lefranc CV cm/sec
							m	S.P.T.	N		
				0.7	0.7	Ghiaia e sabbia, da ciottolosa a con ciottoli, deb. limosa, di colore grigio chiaro, deb. umida.					
		1		1.0	0.4	Clasti poligenici, poco alterati, da sub arrotondati a sub angolosi, sfericità bassa, localmente medio bassa, Dmax=85 mm, Dmed=25 mm.					
		2				Sabbia con ghiaia, da deb. limosa a limosa, rari ciottoli (Dmax=65 mm), di colore marrone chiaro, deb. umida.					
		3				Clasti poligenici, poco alterati, sub arrotondati, localmente da sub angolosi ad angolosi, sfericità da bassa a medio bassa, Dmax=35 mm, Dmed=20 mm.					
		4				Ghiaia e sabbia con ciottoli, localmente ciottolosa, deb. limosa, di colore grigio chiaro, da deb. umida a umida.	3.0	44-50/12 cm	Rif		
		5				Clasti poligenici, poco alterati, da sub arrotondati ad arrotondati, localmente sub angolosi, sfericità bassa, localmente medio bassa, Dmax=95 mm, Dmed=20 mm.					
		6				Presenza di locali trovanti di natura calcarea, Lmax visibile pari a 80 mm.					
		7				Da 4.00 a 4.20 materiale lavorato dalle operazioni di perforazione.					
		8				Da 9.00 a 10.00 m aumento della frazione fine (ghiaia e sabbia con ciottoli, localmente ciottolosa, limosa.	6.0	50/5 cm	Rif		5.68E-04
		9									
101		10		10.0	9.0		9.0	33-34-42	76		

Foro ritombato con materiale di risulta additivato con miscela ternaria acqua-cemento-bentonite.

Committente: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.	Sondaggio: S2
Riferimento: Piano di Lottizzazione Salera 2	Data: 24.04.2018
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

STRATIGRAFIA - S2

Pagina 1/1

Ø mm	R v	A metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test			Lefranc CC cm/sec	Lefranc CV cm/sec
							m	S.P.T.	N		
				0,3	0,3	Sabbia con limo ghiaiosa, di colore marrone scuro, deb. umida. Clasti poligenici, poco alterati, da sub angolosi a sub arrotondati, sfericità medio bassa, localmente bassa, Dmax=25 mm, Dmed=10 mm.					
		1				Ghiaia e sabbia con ciottoli, localmente ciottolosa, deb. limosa, localmente limosa, di colore grigio chiaro, da deb. umida a umida. Clasti poligenici, poco alterati, da sub angolosi a sub arrotondati, localmente rari arrotondati, sfericità da medio bassa a bassa, Dmax=105 mm, Dmed=20-25 mm.					
		2				Presenza di locali trovanti di natura calcarea, Lmax visibile pari a 60 mm, sparsi lungo tutto l'intervallo.	3,0	40-39-25	64		
		3				Da 5.00 a 6.00 m aumento della frazione fine (ghiaia e sabbia con ciottoli, localmente ciottolosa, con limo).				2,98E-04	
		4				Da 9.10 a 15.00 aumento della frazione fine (ghiaia e sabbia con ciottoli, localmente ciottolosa, da limosa a con limo).					
		5									
		6					6,0	39-50/7 cm	Rif		
		7								8,50E-05	
		8									
		9					9,0	32-50/6 cm	Rif		
		10									1,31E-04
		11									
		12					12,0	35-42-50/8 cm	Rif		
		13									1,09E-04
		14									
101		15		15,0	14,8		15,0	50/8 cm	Rif		

Foro ritombato con materiale di risulta additivato con miscela ternaria acqua-cemento-bentonite.

Committente: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.	Sondaggio: S3
Riferimento: Piano di Lottizzazione Salera 2	Data: 26.04.2018
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

STRATIGRAFIA - S3

Pagina 1/1

Ø mm	R v	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test			Lefranc CC cm/sec	Lefranc CV cm/sec
								m	S.P.T.	N		
			1		1,0	1,0	Sabbia con limo, da ghiaiosa a con ghiaia, rari ciottoli (Dmax=70 mm), di colore marrone scuro, deb. umida. Clasti poligenici, poco alterati, da sub angolosi ad angolosi, localmente rari sub arrotondati, sfericità bassa. Dmax=70 mm, Dmed=10-15 mm.					
			2				Ghiaia e sabbia ciottolosa, localmente con ciottoli, da deb. limosa a limosa, localmente con limo (da 4.00 m), di colore grigio marrone chiaro, da deb. umida a umida. Clasti poligenici, poco alterati, da sub arrotondati a sub angolosi, localmente arrotondati, sfericità bassa, localmente media, Dmax=95 mm, Dmed=15-20 mm. Presenza di locali trovanti di natura calcarea, Lmax visibile pari a 55 mm, sparsi lungo tutto l'intervallo.	3,0	50/11 cm	Rif	5,58E-05	
			3									
			4									
			5									
			6					6,0	44-50/8 cm	Rif		1,01E-04
			7									
			8									
			9					9,0	50/8 cm	Rif		
101			10		10,0	9,0						

Foro ritombato con materiale di risulta additivato con miscela ternaria acqua-cemento-bentonite.

Provincia di Brescia
COMUNE DI LONATO DEL GARDA



PIANO DI LOTTIZZAZIONE P.L. SALERA 2
VIA SALERA, 2 – LONATO DEL GARDA (BS)

Report fotografico



SONDAGGIO S1



SONDAGGIO S1 – Postazione



SONDAGGIO S1 - Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m



SONDAGGIO S1 - Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m



SONDAGGIO S2



SONDAGGIO S2 – Postazione



SONDAGGIO S2 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m



SONDAGGIO S2 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m



SONDAGGIO S2 – Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m



SONDAGGIO S3



SONDAGGIO S3 – Postazione



SONDAGGIO S3 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m



SONDAGGIO S3 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

Provincia di Brescia
COMUNE DI LONATO DEL GARDA



PIANO DI LOTTIZZAZIONE P.L. SALERA 2
VIA SALERA, 2 – LONATO DEL GARDA (BS)

Certificati prove di permeabilità in foro
tipo Lefranc

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

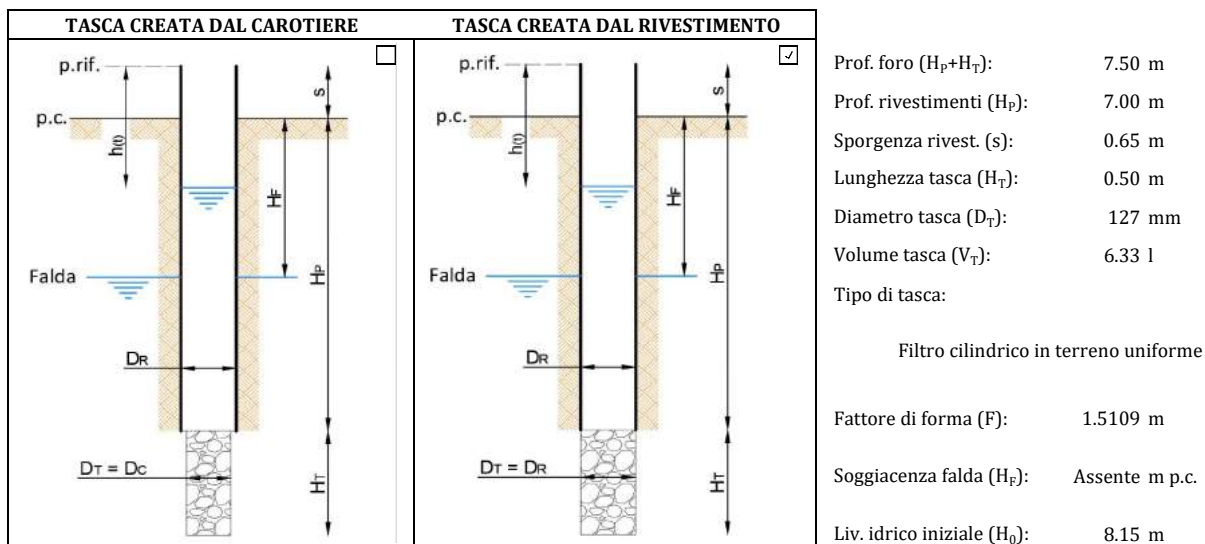
SONDAGGIO: S1

PROVA n°: LFV-01

DATA: 23.04.2018

DA m 7.00 **A m** 7.50

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

 Perforatrice: **CMV MK 600** \varnothing rivestimenti (D_R) [mm]: **127** \varnothing carotiere (D_C) [mm]: **101**
 Pompa acqua: **Nenzi 200 l** Tipo carotiere: **Semplice**
SCHEMA DI PROVA E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca.

PROVA A LIVELLO VARIABILE - VALORI SPERIMENTALI - (Livello acqua nel foro rispetto al piano riferimento misure)

MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)
		0"	0.00	1'30"	134.00	4'30"	251.00	15'	565.00	45'
	10'	60.00	2	154.00	5'	274.00	20'	646.00	50'	-
	20"	75.00	2'30"	176.00	6'	307.00	25'	700.00	55'	-
	30"	85.00	3	195.00	7'	342.00	30'	-	60'	-
	45"	103.00	3'30"	212.00	8'	381.00	35'	-		
	60"	115.00	4	230.00	10'	451.00	40'	-		
MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

SONDAGGIO: S1

PROVA n°: LFV-01

DATA: 23.04.2018

DA m 7.00 **A m** 7.50

DATI DI PERFORAZIONE
Perforatrice: CMV MK 600

Pompa acqua: Nenzi 200 l

Diam. Rivestimento: Ø 127 mm

Soggiacenza falda: Assente m **s =** 0.65 m

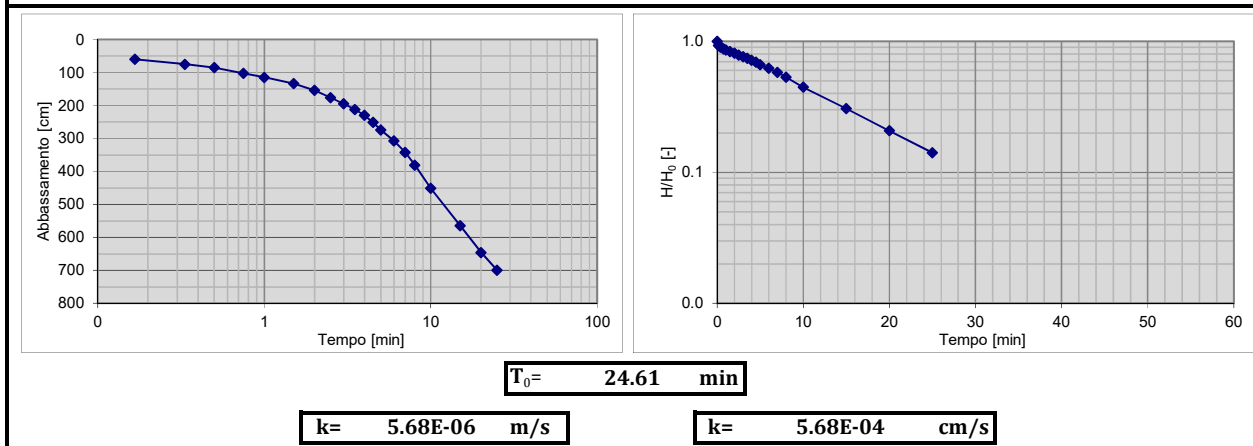
Diam. Carotiere: Ø 101 mm

Livello acqua prova (H₀): 8.15 m **D_T =** 0.127 m

Tipo carotiere: Semplice

Volume tasca di prova: 6.33 l **A_T =** 0.013 m²

TEMPO		Dt	LETTURE	ABBASSAM	PORTATA	LIVELLO (H)	ln H1/H ₂	H/H ₀	COND. IDR.	COND. IDR.
[min]	[sec]	[sec]	(cm)	[m]	[l]	[m]	[-]		[m/s]	[cm/s]
0	0	0	0	0.00	0.000	8.15	-	1.00	-	-
0.17	10	10	60	0.60	7.601	7.55	0.0765	0.93	6.41E-05	6.41E-03
0.33	20	10	75	0.15	1.900	7.40	0.0201	0.91	1.68E-05	1.68E-03
0.50	30	10	85	0.10	1.267	7.30	0.0136	0.90	1.14E-05	1.14E-03
0.75	45	15	103	0.18	2.280	7.12	0.0250	0.87	1.40E-05	1.40E-03
1.00	60	15	115	0.12	1.520	7.00	0.0170	0.86	9.50E-06	9.50E-04
1.50	90	30	134	0.19	2.407	6.81	0.0275	0.84	7.69E-06	7.69E-04
2.00	120	30	154	0.20	2.534	6.61	0.0298	0.81	8.33E-06	8.33E-04
2.50	150	30	176	0.22	2.787	6.39	0.0338	0.78	9.46E-06	9.46E-04
3.00	180	30	195	0.19	2.407	6.20	0.0302	0.76	8.44E-06	8.44E-04
3.50	210	30	212	0.17	2.154	6.03	0.0278	0.74	7.77E-06	7.77E-04
4.00	240	30	230	0.18	2.280	5.85	0.0303	0.72	8.47E-06	8.47E-04
4.50	270	30	251	0.21	2.660	5.64	0.0366	0.69	1.02E-05	1.02E-03
5.00	300	30	274	0.23	2.914	5.41	0.0416	0.66	1.16E-05	1.16E-03
6.00	360	60	307	0.33	4.180	5.08	0.0629	0.62	8.79E-06	8.79E-04
7.00	420	60	342	0.35	4.434	4.73	0.0714	0.58	9.98E-06	9.98E-04
8.00	480	60	381	0.39	4.940	4.34	0.0861	0.53	1.20E-05	1.20E-03
10.00	600	120	451	0.70	8.867	3.64	0.1759	0.45	1.23E-05	1.23E-03
15.00	900	300	565	1.14	14.441	2.50	0.3757	0.31	1.05E-05	1.05E-03
20.00	1200	300	646	0.81	10.261	1.69	0.3916	0.21	1.09E-05	1.09E-03
25.00	1500	300	700	0.54	6.841	1.15	0.3850	0.14	1.08E-05	1.08E-03

CONDUCIBILITA' IDRAULICA

Note:

 Prova interrotta a 25:00 min a causa del raggiungimento della testa della tasca; conducibilità idraulica calcolata con il metodo del tempo di riequilibrio (t₀).

 Valori interpolati per il calcolo di t₀ selezionati nell'intervallo 6:00÷25:00 min.

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

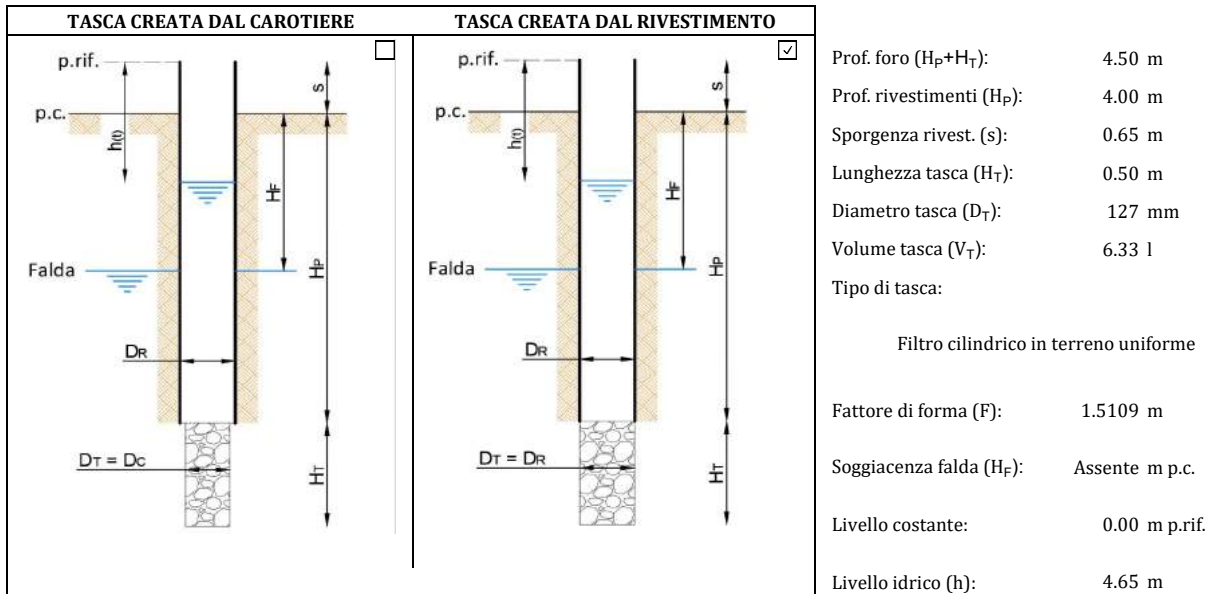
SONDAGGIO: S1

PROVA n°: LFC-01

DATA: 24.04.2018

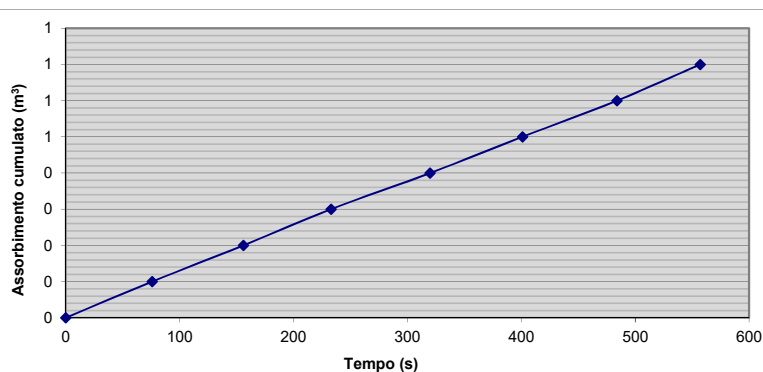
DA m 4.00 **A m** 4.50

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

 Perforatrice : **CMV MK 600** \varnothing rivestimenti (D_R) [mm]: **127** \varnothing carotiere (D_C) [mm]: **101**
 Pompa acqua: **Nenzi 200 l** Tipo carotiere: **Semplice**
SCHEMA DI PROVA E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca.

PROVA A LIVELLO COSTANTE - VALORI SPERIMENTALI

Tempo		Letture contatore	Assorbimento	Assorb. Parziale	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(l)	(l)	(l)	(m/s)	(cm/s)
0.00	0	1200.0	0.0	0.0	-	-
1.27	76	1300.0	100.0	100.0	1.87E-04	1.87E-02
2.60	156	1400.0	200.0	100.0	1.82E-04	1.82E-02
3.88	233	1500.0	300.0	100.0	1.83E-04	1.83E-02
5.33	320	1600.0	400.0	100.0	1.78E-04	1.78E-02
6.68	401	1700.0	500.0	100.0	1.77E-04	1.77E-02
8.07	484	1800.0	600.0	100.0	1.76E-04	1.76E-02
9.28	557	1900	700.00	100.0	1.79E-04	1.79E-02


I° TRATTO DI PROVA

k= - m/s

k= - cm/s

II° TRATTO DI PROVA

k= - m/s

k= - cm/s

PROVA COMPLETA

k= 1.79E-04 m/s

k= 1.79E-02 cm/s

Note:

Prova interpretata su unico tratto (valori allineati).

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

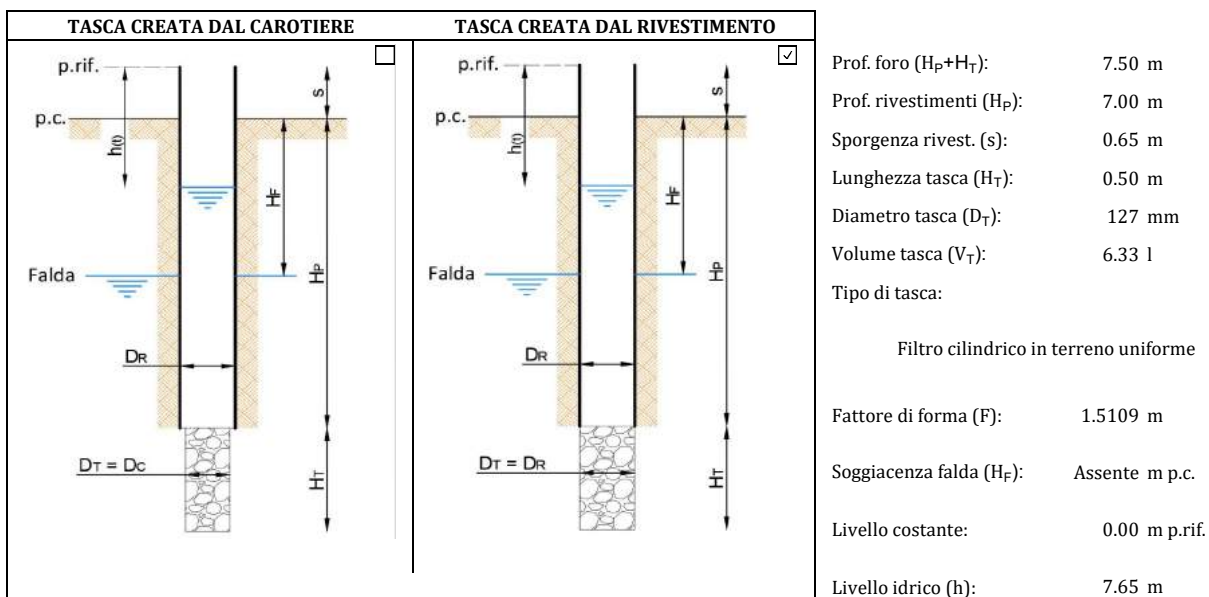
SONDAGGIO: S1

PROVA n°: LFC-01

DATA : 24.04.2018

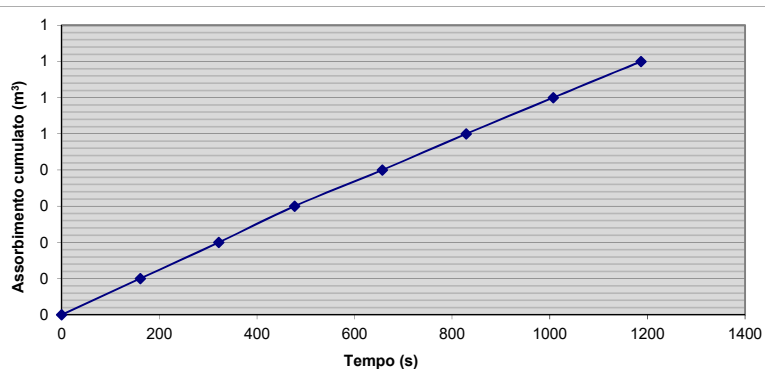
DA m 7.00 **A m** 7.50

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

 Perforatrice : **CMV MK 600** \varnothing rivestimenti (D_R) [mm]: **127** \varnothing carotiere (D_C) [mm]: **101**
 Pompa acqua: **Nenzi 200 l** Tipo carotiere: **Semplice**
SCHEMA DI PROVA E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca.

PROVA A LIVELLO COSTANTE - VALORI SPERIMENTALI

Tempo		Letture contatore	Assorbimento	Assorb. Parziale	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(l)	(l)	(l)	(m/s)	(cm/s)
0.00	0	1200.0	0.0	0.0	-	-
2.68	161	1300.0	100.0	100.0	5.37E-05	5.37E-03
5.37	322	1400.0	200.0	100.0	5.37E-05	5.37E-03
7.95	477	1500.0	300.0	100.0	5.44E-05	5.44E-03
10.95	657	1600.0	400.0	100.0	5.27E-05	5.27E-03
13.82	829	1700.0	500.0	100.0	5.22E-05	5.22E-03
16.78	1007	1800.0	600.0	100.0	5.16E-05	5.16E-03
19.78	1187	1900	700.00	100	5.10E-05	5.10E-03


I° TRATTO DI PROVA

k= - m/s

k= - cm/s

II° TRATTO DI PROVA

k= - m/s

k= - cm/s

PROVA COMPLETA

k= 5.10E-05 m/s

k= 5.10E-03 cm/s

Note:

Prova interpretata su unico tratto (valori allineati).

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

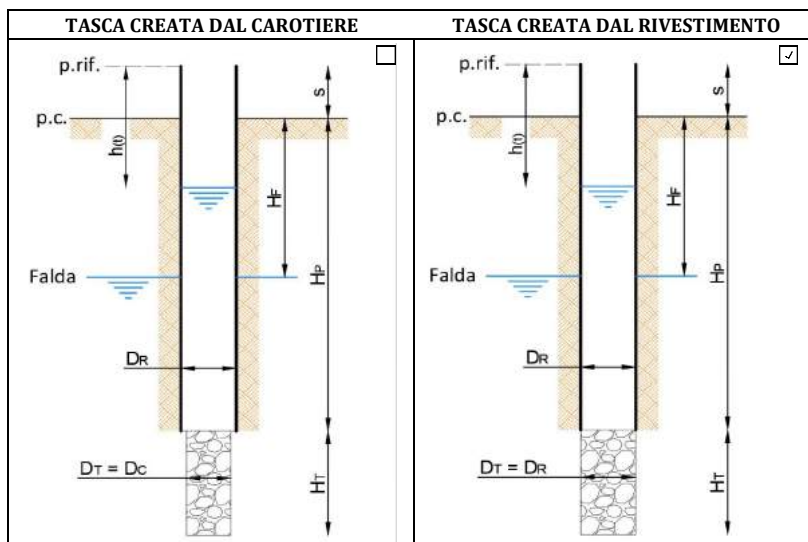
SONDAGGIO: S2

PROVA n°: LFV-03

DATA: 24.04.2018

DA m 10.00 **A m** 10.50

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

 Perforatrice : **CMV MK 600** \varnothing rivestimenti (D_R) [mm]: **127** \varnothing carotiere (D_C) [mm]: **101**
 Pompa acqua: **Nenzi 200 l** Tipo carotiere: **Semplice**
SCHEMA DI PROVA E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

 Prof. foro (H_p+H_T): 10.50 m
 Prof. rivestimenti (H_p): 10.00 m
 Sporgenza rivest. (s): 0.65 m
 Lunghezza tasca (H_T): 0.50 m
 Diametro tasca (D_T): 127 mm
 Volume tasca (V_T): 6.33 l
 Tipo di tasca:
 Filtro cilindrico in terreno uniforme
 Fattore di forma (F): 1.5109 m
 Soggiacenza falda (H_f): Assente m.p.c.
 Liv. idrico iniziale (H_0): 11.15 m

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca.

PROVA A LIVELLO VARIABILE - VALORI SPERIMENTALI - (Livello acqua nel foro rispetto al piano riferimento misure)

MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)
		0"	0.00	1'30"	130.00	4'30"	244.00	15'	354.00	45'
	10'	30.00	2	164.00	5'	253.00	20'	396.00	50'	-
	20"	45.00	2'30"	186.00	6'	262.00	25'	439.00	55'	-
	30"	62.00	3	207.00	7'	279.00	30'	471.00	60'	643.00
	45"	83.00	3'30"	216.00	8'	293.00	35'	-		
	60"	103.00	4	236.00	10'	307.00	40'	-		
MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

SONDAGGIO: S2

PROVA n°: LFV-03

DATA: 24.04.2018

DA m 10.00 **A m** 10.50

DATI DI PERFORAZIONE
Perforatrice: CMV MK 600

Pompa acqua: Nenzi 200 l

Diam. Rivestimento: Ø 127 mm

Soggiacenza falda: Assente m **s =** 0.65 m

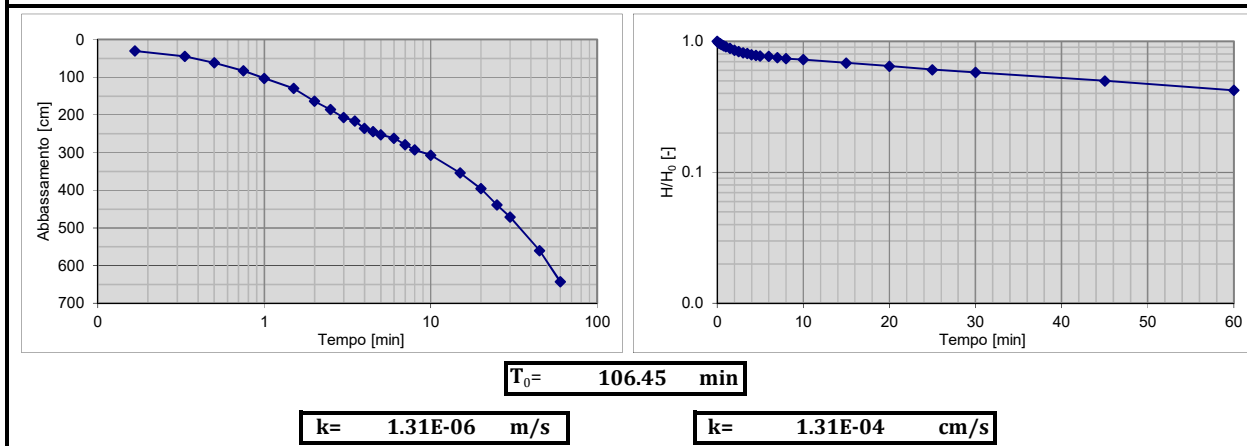
Diam. Carotiere: Ø 101 mm

Livello acqua prova (H₀): 11.15 m **D_T =** 0.127 m

Tipo carotiere: Semplice

Volume tasca di prova: 6.33 l **A_T =** 0.013 m²

TEMPO		Dt	LETTURE	ABBASSAM	PORTATA	LIVELLO (H)	ln H1/H ₂	H/H ₀	COND. IDR.	COND. IDR.
[min]	[sec]	[sec]	(cm)	[m]	[l]	[m]	[-]		[m/s]	[cm/s]
0	0	0	0	0.00	0.000	11.15	-	1.00	-	-
0.17	10	10	30	0.30	3.800	10.85	0.0273	0.97	2.29E-05	2.29E-03
0.33	20	10	45	0.15	1.900	10.70	0.0139	0.96	1.17E-05	1.17E-03
0.50	30	10	62	0.17	2.154	10.53	0.0160	0.94	1.34E-05	1.34E-03
0.75	45	15	83	0.21	2.660	10.32	0.0201	0.93	1.13E-05	1.13E-03
1.00	60	15	103	0.20	2.534	10.12	0.0196	0.91	1.09E-05	1.09E-03
1.50	90	30	130	0.27	3.420	9.85	0.0270	0.88	7.56E-06	7.56E-04
2.00	120	30	164	0.34	4.307	9.51	0.0351	0.85	9.82E-06	9.82E-04
2.50	150	30	186	0.22	2.787	9.29	0.0234	0.83	6.54E-06	6.54E-04
3.00	180	30	207	0.21	2.660	9.08	0.0229	0.81	6.39E-06	6.39E-04
3.50	210	30	216	0.09	1.140	8.99	0.0100	0.81	2.78E-06	2.78E-04
4.00	240	30	236	0.20	2.534	8.79	0.0225	0.79	6.29E-06	6.29E-04
4.50	270	30	244	0.08	1.013	8.71	0.0091	0.78	2.56E-06	2.56E-04
5.00	300	30	253	0.09	1.140	8.62	0.0104	0.77	2.90E-06	2.90E-04
6.00	360	60	262	0.09	1.140	8.53	0.0105	0.77	1.47E-06	1.47E-04
7.00	420	60	279	0.17	2.154	8.36	0.0201	0.75	2.81E-06	2.81E-04
8.00	480	60	293	0.14	1.773	8.22	0.0169	0.74	2.36E-06	2.36E-04
10.00	600	120	307	0.14	1.773	8.08	0.0172	0.72	1.20E-06	1.20E-04
15.00	900	300	354	0.47	5.954	7.61	0.0599	0.68	1.67E-06	1.67E-04
20.00	1200	300	396	0.42	5.320	7.19	0.0568	0.64	1.59E-06	1.59E-04
25.00	1500	300	439	0.43	5.447	6.76	0.0617	0.61	1.72E-06	1.72E-04
30.00	1800	300	471	0.32	4.054	6.44	0.0485	0.58	1.36E-06	1.36E-04
45.00	2700	900	560	0.89	11.274	5.55	0.1487	0.50	1.39E-06	1.39E-04
60.00	3600	900	643	0.83	10.514	4.72	0.1620	0.42	1.51E-06	1.51E-04

CONDUCIBILITA' IDRAULICA

Note:

 Conducibilità idraulica calcolata con il metodo del tempo di riequilibrio (t₀).

 Valori interpolati per il calcolo di t₀ selezionati nell'intervallo di 10:00÷60:00 min.

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

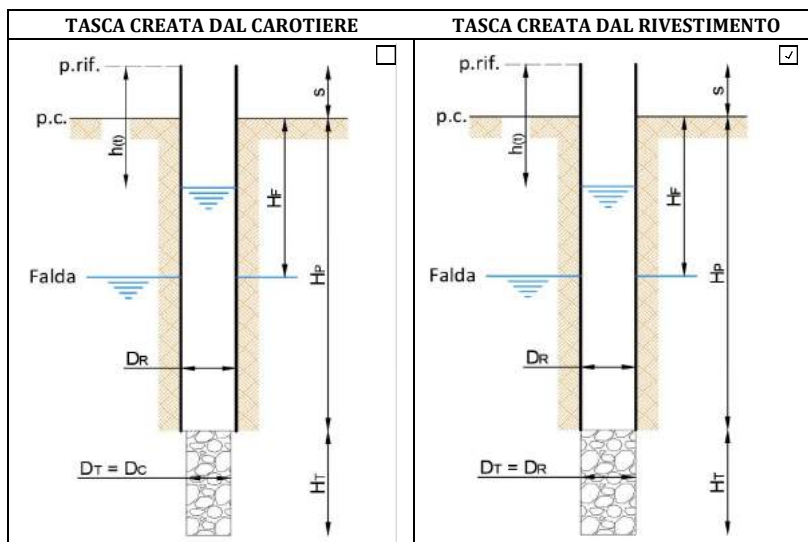
SONDAGGIO: S2

PROVA n°: LFV-04

DATA: 24.04.2018

DA m 13.00 **A m** 13.50

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

 Perforatrice : **CMV MK 600** \varnothing rivestimenti (D_R) [mm]: **127** \varnothing carotiere (D_C) [mm]: **101**
 Pompa acqua: **Nenzi 200 l** Tipo carotiere: **Semplice**
SCHEMA DI PROVA E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

 Prof. foro (H_p+H_T): 13.50 m
 Prof. rivestimenti (H_p): 13.00 m
 Sporgenza rivest. (s): 0.65 m
 Lunghezza tasca (H_T): 0.50 m
 Diametro tasca (D_T): 127 mm
 Volume tasca (V_T): 6.33 l
 Tipo di tasca:
 Filtro cilindrico in terreno uniforme
 Fattore di forma (F): 1.5109 m
 Soggiacenza falda (H_p): Assente m.p.c.
 Liv. idrico iniziale (H_0): 14.15 m

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca.

PROVA A LIVELLO VARIABILE - VALORI SPERIMENTALI - (Livello acqua nel foro rispetto al piano riferimento misure)

MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)
		0"	0.00	1'30"	133.00	4'30"	254.00	15'	359.00	45'
	10'	35.00	2	162.00	5'	260.00	20'	397.00	50'	-
	20"	51.00	2'30"	183.00	6'	273.00	25'	435.00	55'	-
	30"	64.00	3	210.00	7'	285.00	30'	472.00	60'	639.00
	45"	87.00	3'30"	230.00	8'	294.00	35'	-		
	60"	108.00	4	246.00	10'	320.00	40'	-		
MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

SONDAGGIO: S2

PROVA n°: LFV-04

DATA: 24.04.2018

DA m 13.00 **A m** 13.50

DATI DI PERFORAZIONE
Perforatrice: CMV MK 600

Pompa acqua: Nenzi 200 l

Diam. Rivestimento: Ø 127 mm

Soggiacenza falda: Assente m s = 0.65 m

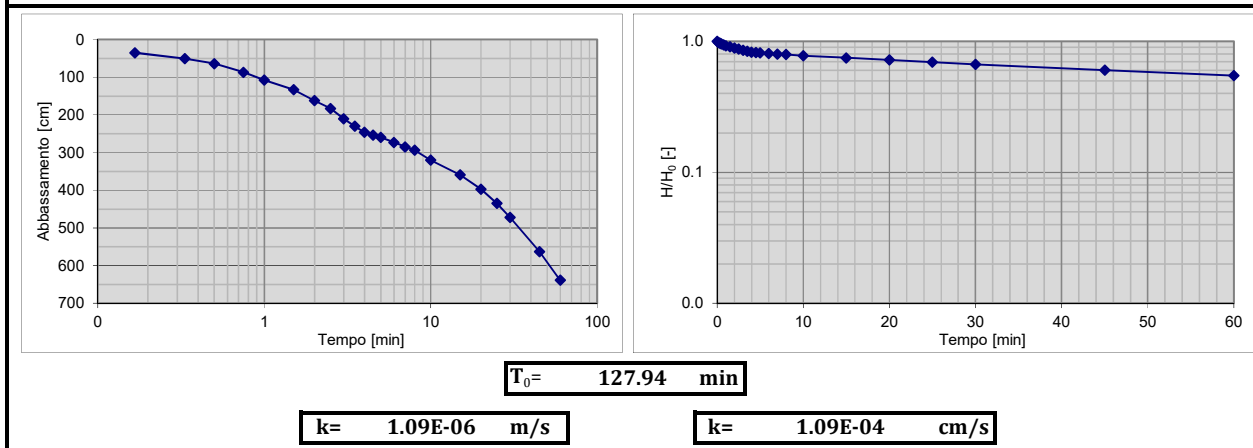
Diam. Carotiere: Ø 101 mm

Livello acqua prova (H₀): 14.15 m D_T = 0.127 m

Tipo carotiere: Semplice

Volume tasca di prova: 6.33 l A_T = 0.013 m²

TEMPO		Dt	LETTURE	ABBASSAM	PORTATA	LIVELLO (H)	ln H1/H ₂	H/H ₀	COND. IDR.	COND. IDR.
[min]	[sec]	[sec]	(cm)	[m]	[l]	[m]	[-]		[m/s]	[cm/s]
0	0	0	0	0.00	0.000	14.15	-	1.00	-	-
0.17	10	10	35	0.35	4.434	13.80	0.0250	0.98	2.10E-05	2.10E-03
0.33	20	10	51	0.16	2.027	13.64	0.0117	0.96	9.78E-06	9.78E-04
0.50	30	10	64	0.13	1.647	13.51	0.0096	0.95	8.03E-06	8.03E-04
0.75	45	15	87	0.23	2.914	13.28	0.0172	0.94	9.60E-06	9.60E-04
1.00	60	15	108	0.21	2.660	13.07	0.0159	0.92	8.91E-06	8.91E-04
1.50	90	30	133	0.25	3.167	12.82	0.0193	0.91	5.40E-06	5.40E-04
2.00	120	30	162	0.29	3.674	12.53	0.0229	0.89	6.39E-06	6.39E-04
2.50	150	30	183	0.21	2.660	12.32	0.0169	0.87	4.72E-06	4.72E-04
3.00	180	30	210	0.27	3.420	12.05	0.0222	0.85	6.19E-06	6.19E-04
3.50	210	30	230	0.20	2.534	11.85	0.0167	0.84	4.68E-06	4.68E-04
4.00	240	30	246	0.16	2.027	11.69	0.0136	0.83	3.80E-06	3.80E-04
4.50	270	30	254	0.08	1.013	11.61	0.0069	0.82	1.92E-06	1.92E-04
5.00	300	30	260	0.06	0.760	11.55	0.0052	0.82	1.45E-06	1.45E-04
6.00	360	60	273	0.13	1.647	11.42	0.0113	0.81	1.58E-06	1.58E-04
7.00	420	60	285	0.12	1.520	11.30	0.0106	0.80	1.48E-06	1.48E-04
8.00	480	60	294	0.09	1.140	11.21	0.0080	0.79	1.12E-06	1.12E-04
10.00	600	120	320	0.26	3.294	10.95	0.0235	0.77	1.64E-06	1.64E-04
15.00	900	300	359	0.39	4.940	10.56	0.0363	0.75	1.01E-06	1.01E-04
20.00	1200	300	397	0.38	4.814	10.18	0.0366	0.72	1.02E-06	1.02E-04
25.00	1500	300	435	0.38	4.814	9.80	0.0380	0.69	1.06E-06	1.06E-04
30.00	1800	300	472	0.37	4.687	9.43	0.0385	0.67	1.08E-06	1.08E-04
45.00	2700	900	563	0.91	11.528	8.52	0.1015	0.60	9.45E-07	9.45E-05
60.00	3600	900	639	0.76	9.627	7.76	0.0934	0.55	8.70E-07	8.70E-05

CONDUCIBILITA' IDRAULICA

Note:

 Conducibilità idraulica calcolata con il metodo del tempo di riequilibrio (t₀).

 Valori interpolati per il calcolo di t₀ selezionati nell'intervallo 5:00÷60:00 min.

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

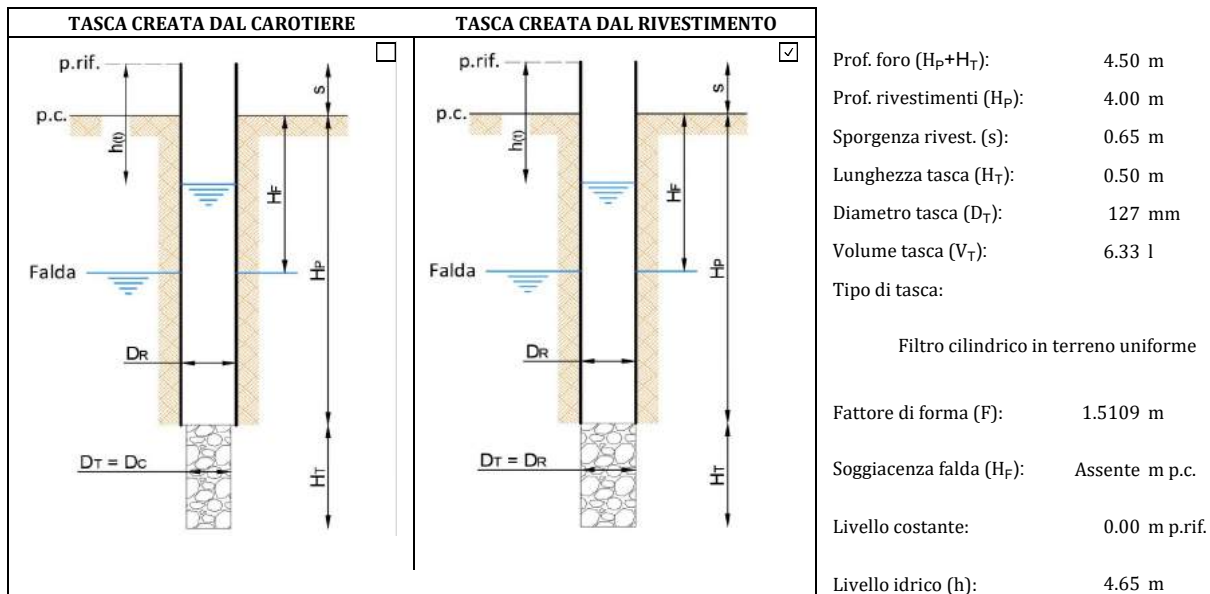
SONDAGGIO: S3

PROVA n°: LFC-01

DATA: 26.04.2018

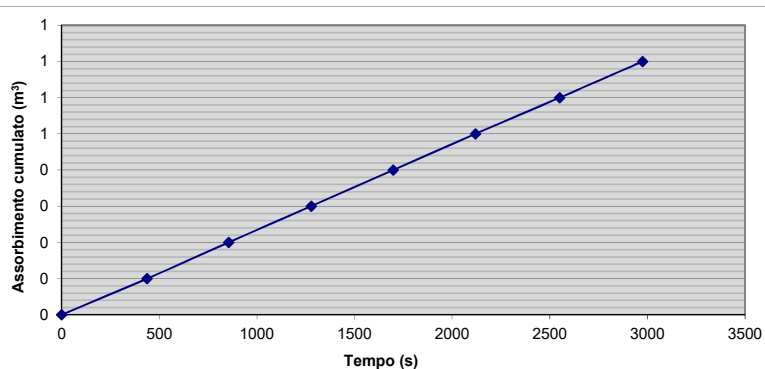
DA m 4.00 **A m** 4.50

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

 Perforatrice : **CMV MK 600** \varnothing rivestimenti (D_R) [mm]: **127** \varnothing carotiere (D_C) [mm]: **101**
 Pompa acqua: **Nenzi 200 l** Tipo carotiere: **Semplice**
SCHEMA DI PROVA E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca.

PROVA A LIVELLO COSTANTE - VALORI SPERIMENTALI

Tempo		Lecture contatore	Assorbimento	Assorb. Parziale	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(l)	(l)	(l)	(m/s)	(cm/s)
0	0	1200.0	0.0	0.0	-	-
7.3	438	1300.0	100.0	100.0	3.25E-05	3.25E-03
14.25	855	1400.0	200.0	100.0	3.33E-05	3.33E-03
21.3	1278	1500.0	300.0	100.0	3.34E-05	3.34E-03
28.316667	1699	1600.0	400.0	100.0	3.35E-05	3.35E-03
35.333333	2120	1700.0	500.0	100.0	3.36E-05	3.36E-03
42.516667	2551	1800.0	600.0	100.0	3.35E-05	3.35E-03
49.6	2976	1900	700.00	100	3.35E-05	3.35E-03


I° TRATTO DI PROVA

 k= - m/s
 k= - cm/s

II° TRATTO DI PROVA

 k= - m/s
 k= - cm/s

PROVA COMPLETA

 k= 3.35E-05 m/s
 k= 3.35E-03 cm/s

Note:

Prova interpretata su unico tratto (valori allineati).

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

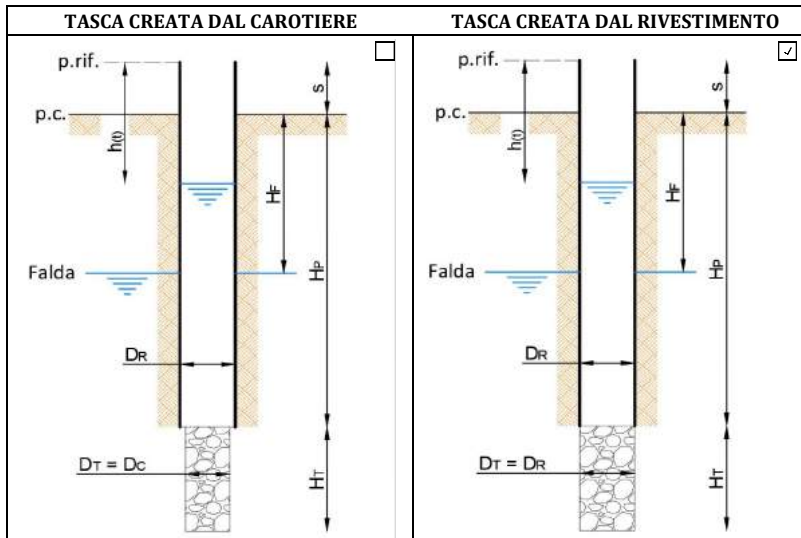
SONDAGGIO: S3

PROVA n°: LFV-02

DATA: 26.04.2018

DA m 7.00 **A m** 7.50

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

 Perforatrice : **CMV MK 600** \varnothing rivestimenti (D_R) [mm]: **127** \varnothing carotiere (D_C) [mm]: **101**
 Pompa acqua: **Nenzi 200 l** Tipo carotiere: **Semplice**
SCHEMA DI PROVA E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

 Prof. foro (H_p+H_T): 7.50 m
 Prof. rivestimenti (H_p): 7.00 m
 Sporgenza rivest. (s): 0.65 m
 Lunghezza tasca (H_T): 0.50 m
 Diametro tasca (D_T): 127 mm
 Volume tasca (V_T): 6.33 l
 Tipo di tasca:
 Filtro cilindrico in terreno uniforme
 Fattore di forma (F): 1.5109 m
 Soggiacenza falda (H_f): Assente m.p.c.
 Liv. idrico iniziale (H_0): 8.15 m

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca.

PROVA A LIVELLO VARIABILE - VALORI SPERIMENTALI - (Livello acqua nel foro rispetto al piano riferimento misure)

MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)
		0"	0.00	1'30"	207.00	4'30"	358.00	15'	532.00	45'
	10'	62.00	2	225.00	5'	377.00	20'	566.00	50'	-
	20"	77.00	2'30"	246.00	6'	402.00	25'	591.00	55'	-
	30"	101.00	3	274.00	7'	430.00	30'	609.00	60'	689.00
	45"	139.00	3'30"	292.00	8'	459.00	35'	-		
	60"	166.00	4	329.00	10'	497.00	40'	-		
MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e Sviluppo Immobiliare S.r.l.

CANTIERE: Piano di Lottizzazione Salera 2

LOCALITA': Lonato d/G

SONDAGGIO: S3

PROVA n°: LFV-02

DATA: 26.04.2018

DA m 7.00 **A m** 7.50

DATI DI PERFORAZIONE
Perforatrice: CMV MK 600

Pompa acqua: Nenzi 200 l

Diam. Rivestimento: Ø 127 mm

Soggiacenza falda: Assente m **s =** 0.65 m

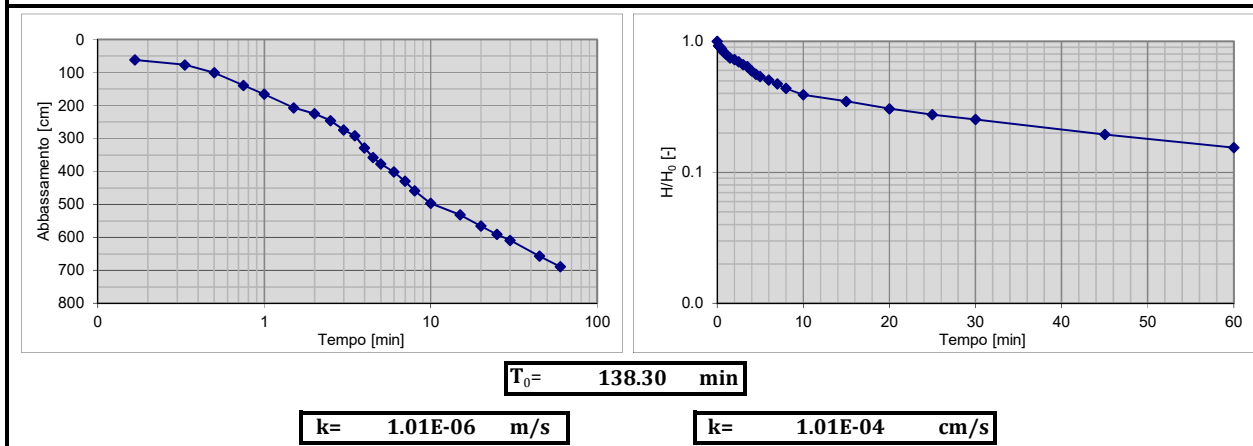
Diam. Carotiere: Ø 101 mm

Livello acqua prova (H₀): 8.15 m **D_T =** 0.127 m

Tipo carotiere: Semplice

Volume tasca di prova: 6.33 l **A_T =** 0.013 m²

TEMPO		Dt	LETTURE	ABBASSAM	PORTATA	LIVELLO (H)	ln H1/H ₂	H/H ₀	COND. IDR.	COND. IDR.
[min]	[sec]	[sec]	(cm)	[m]	[l]	[m]	[-]		[m/s]	[cm/s]
0	0	0	0	0.00	0.000	8.15	-	1.00	-	-
0.17	10	10	62	0.62	7.854	7.53	0.0791	0.92	6.63E-05	6.63E-03
0.33	20	10	77	0.15	1.900	7.38	0.0201	0.91	1.69E-05	1.69E-03
0.50	30	10	101	0.24	3.040	7.14	0.0331	0.88	2.77E-05	2.77E-03
0.75	45	15	139	0.38	4.814	6.76	0.0547	0.83	3.06E-05	3.06E-03
1.00	60	15	166	0.27	3.420	6.49	0.0408	0.80	2.28E-05	2.28E-03
1.50	90	30	207	0.41	5.194	6.08	0.0653	0.75	1.82E-05	1.82E-03
2.00	120	30	225	0.18	2.280	5.90	0.0301	0.72	8.40E-06	8.40E-04
2.50	150	30	246	0.21	2.660	5.69	0.0362	0.70	1.01E-05	1.01E-03
3.00	180	30	274	0.28	3.547	5.41	0.0505	0.66	1.41E-05	1.41E-03
3.50	210	30	292	0.18	2.280	5.23	0.0338	0.64	9.46E-06	9.46E-04
4.00	240	30	329	0.37	4.687	4.86	0.0734	0.60	2.05E-05	2.05E-03
4.50	270	30	358	0.29	3.674	4.57	0.0615	0.56	1.72E-05	1.72E-03
5.00	300	30	377	0.19	2.407	4.38	0.0425	0.54	1.19E-05	1.19E-03
6.00	360	60	402	0.25	3.167	4.13	0.0588	0.51	8.21E-06	8.21E-04
7.00	420	60	430	0.28	3.547	3.85	0.0702	0.47	9.81E-06	9.81E-04
8.00	480	60	459	0.29	3.674	3.56	0.0783	0.44	1.09E-05	1.09E-03
10.00	600	120	497	0.38	4.814	3.18	0.1129	0.39	7.89E-06	7.89E-04
15.00	900	300	532	0.35	4.434	2.83	0.1166	0.35	3.26E-06	3.26E-04
20.00	1200	300	566	0.34	4.307	2.49	0.1280	0.31	3.58E-06	3.58E-04
25.00	1500	300	591	0.25	3.167	2.24	0.1058	0.27	2.96E-06	2.96E-04
30.00	1800	300	609	0.18	2.280	2.06	0.0838	0.25	2.34E-06	2.34E-04
45.00	2700	900	657	0.48	6.080	1.58	0.2653	0.19	2.47E-06	2.47E-04
60.00	3600	900	689	0.32	4.054	1.26	0.2263	0.15	2.11E-06	2.11E-04

CONDUCIBILITA' IDRAULICA

Note:

 Conducibilità idraulica calcolata con il metodo del tempo di riequilibrio (t₀).

 Valori interpolati per il calcolo di t₀ selezionati nell'intervallo di 10:00÷60:00 min.

