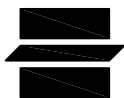
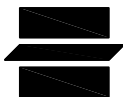


Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



FERROVIENORD  
FNMGROUP



NORD\_ING  
FNMGROUP

CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

L 5 8

E

b

0 0 3

I G

A 1

R 2

----

SARONNO CITY HUB

Progetto Esecutivo

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3				
	2	Ott. 2025	Aggiornamento nuovo edificio		
	1	Gen. 2024	Aggiornamento conclusioni		
	0	Nov. 2023	prima emissione		

NORD\_ING

NORD\_ING Srl  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.  
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA  
IL DIRETTORE  
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



NORD\_ING  
FNMGROUP



Collaborazione

REDATTO

CONTROLLATO

APPROVATO

DATA

CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE

AGG.

FILE:

mod. 7.5 03 rev.01

## SOMMARIO

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>3</b>
<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>PRIMA PARTE: INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE .....</b>	<b>6</b>
<b>1    SONDAGGI GEOGNOSTICI .....</b>	<b>6</b>
<b>2    PROVE SPT.....</b>	<b>6</b>
<b>3    PRELIEVO CAMPIONI E PROVE DI LABORATORIO .....</b>	<b>9</b>
<b>4    PROVE PENETROMETRICHE D.P.S.H.....</b>	<b>10</b>
<b>5    RISULTANZE DELL'INDAGINE MASW01.....</b>	<b>11</b>
<b>SECONDA PARTE: RELAZIONE GEOLOGICA .....</b>	<b>12</b>
<b>1    INQUADRAMENTO ALL'INTERNO DEL PGT.....</b>	<b>12</b>
- <i>Carta di Pericolosità Sismica Locale.....</i>	<i>12</i>
- <i>Carta dei vincoli .....</i>	<i>14</i>
- <i>Carta di sintesi .....</i>	<i>14</i>
- <i>Carta della fattibilità geologica.....</i>	<i>15</i>
- <i>Carta geologica e geomorfologica.....</i>	<i>18</i>
- <i>Carta dei caratteri geologico-tecnici.....</i>	<i>19</i>
- <i>Carta idrogeologica .....</i>	<i>21</i>
<b>6    INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>22</b>
<b>7    INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>24</b>
<b>8    RISCHIO LIQUEFAZIONE .....</b>	<b>26</b>
<b>TERZA PARTE: RELAZIONE SISMICA.....</b>	<b>29</b>
<b>1    CLASSIFICAZIONE SISMICA .....</b>	<b>29</b>
<b>2    PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....</b>	<b>30</b>
<b>3    CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....</b>	<b>31</b>
<b>4    CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....</b>	<b>33</b>
<b>5    CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>34</b>

**ELABORATO FUORI TESTO: REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE**



## **PREMESSA**

Le presenti relazioni preliminari geologica e sismica sono redatte a corredo del progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo agli “Interventi per la riorganizzazione del nuovo polo infrastrutturale tecnologico manutentivo” della stazione ferroviaria di Saronno Centro (VA).

L’area d’ intervento ricade nel territorio comunale di Saronno (VA) e si ubica come da stralcio seguente.



*Figura 1 - Stralcio planimetrico con ubicazione dell'area di progetto*

Nella presente relazione vengono descritti i contesti geologico, geomorfologico, stratigrafico, idrografico, idrogeologico e sismico in cui si inserisce il progetto, con particolare attenzione alle problematiche collegate alla vulnerabilità del territorio.

Gli elementi necessari sono stati ricavati dall'analisi diretta delle condizioni geologiche e geomorfologiche delle aree mediante una campagna di indagini geognostiche e geotecniche in situ ed in laboratorio, come indicato dalla Committente, unitamente all'esame della documentazione bibliografica disponibile per l'area in oggetto.

In questa iniziale fase di progettazione, la campagna di indagini è stata così articolata:

- n. 4 sondaggi geognostici (S1-S2-S3-S4) ad andamento verticale a carotaggio continuo spinti ad una profondità compresa tra i 12 ed i 20 m da p.c. con esecuzione di prove SPT, prove di permeabilità Lefranc in foro di sondaggio, e prelievo di campioni di terreno per prove di laboratorio geotecnico ed analisi chimiche;
- n. 4 prove penetrometriche D.P.S.H.;
- prove di laboratorio geotecnico;
- indagine sismica MASW.

Per la visione di dettaglio dei risultati delle indagini e sulle modalità di acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati, si rimanda al Report sulle Indagini Geognostiche.

Sono stati consultati i seguenti documenti bibliografici:

- Elaborati geologici del PGT Comunale di Saronno adottato con Delibera di Consiglio Comunale n. 82 del 20.12.2012 ed approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 27 del 15/06/2013
- <http://www.cartografia.regione.lombardia.it>
- <http://esse1.mi.ingv.it/>
- [www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

## **RIFERIMENTI NORMATIVI**

Si riporta, di seguito, l'elenco della normativa di riferimento osservata e della documentazione consultata:

- Norme Tecniche per le Costruzioni "Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018
- Allegati alle Norme Tecniche per le Costruzioni "Approvate con Decreto Ministeriale 14.01.2008"
- Raccomandazioni AGI (1977)
- Modalità Tecniche ANISIG (1977)
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT di Saronno.

## **DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

Il progetto prevede la riorganizzazione del Polo infrastrutturale tecnologico – manutentivo relativo alla stazione ferroviaria di Saronno Centro indicata come “Opera A” negli elaborati forniti dal committente.

Esso coinvolge tutti gli edifici presenti all’interno del Polo infrastrutturale tecnologico – manutentivo; ha come obiettivo la riqualificazione degli edifici esistenti e al contempo l’ammodernamento ed efficientamento funzionale, energetico e gestionale del Polo che trova la sua migliore attuazione nella realizzazione di nuovi volumi e nuovi complessi edilizi.

Di seguito si riporta la planimetria generale di progetto relativa all’edificato e, a seguire, quelle relative alle demolizioni e costruzioni previste dal progetto.



In dettaglio (sinteticamente):

L'edificio 1 sarà ubicato nella posizione attualmente occupata dall'edificio Sdf 1.

Stante lo stato attuale delle strutture di quest'ultimo, infatti, si è ritenuto di prevederne la demolizione.

Il nuovo edificio, che sarà realizzato con il metodo della prefabbricazione al fine di contenere costi e tempi realizzativi, ha una pianta rettangolare di dimensioni 68,70 m x 26 m ed è suddiviso in quattro livelli fuori terra e uno interrato.

Al piano terra saranno collocati la hall, le sale conferenze e un bar a servizio del polo.

Nei tre piani superiori saranno collocati gli uffici. Al piano interrato, infine, sarà realizzato un parcheggio interrato a servizio del Polo.

L'edificio 2 e 3 di nuova costruzione viene situato in posizione baricentrica rispetto all'area del Polo; Realizzato anch'esso con il sistema della prefabbricazione, presenta una pianta rettangolare di dimensioni 60 m x 72 m.

L'edificio è distribuito su tre livelli fuori terra e prevede al piano terra il magazzino, a doppia altezza, che verrà centralizzato rispetto alla situazione attuale, laboratori e spogliatoi.

Al piano primo saranno collocati gli uffici tecnici, la medicina preventiva e alcuni locali tecnici a servizio della SOU, che sarà invece collocata al secondo piano.

L'edificio delle Officine meccaniche per gli interventi di manutenzione dei treni viene ampliato sul fronte nord-ovest. L'ampliamento, destinato ad accogliere spazi legati alla Logistica e Deposito sarà condotto tramite un recupero conservativo al fine di preservare quanto più possibile l'edificio esistente.

A quanto sopra si aggiunge il rifacimento della viabilità e la creazione di aree verdi.

## PRIMA PARTE: INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Come anticipato in premessa, la campagna di indagini geognostiche e geofisiche è stata così articolata:

- n. 4 sondaggi geognostici (S1-S2-S3-S4) ad andamento verticale a carotaggio continuo spinti ad una profondità compresa tra i 12 ed i 20 m da p.c. con esecuzione di prove SPT, prove di permeabilità Lefranc in foro di sondaggio, e prelievo di campioni di terreno per prove di laboratorio geotecnico ed analisi chimiche;
- n. 4 prove penetrometriche D.P.S.H.;
- prove di laboratorio geotecnico;
- indagine sismica MASW.

### 1 SONDAGGI GEOGNOSTICI

L'analisi dei dati derivanti dai sondaggi eseguiti ha evidenziato la presenza di depositi alluvionali a granulometria prevalentemente sabbioso-limosa con percentuale variabile di ghiaia.

Non è stata riscontrata presenza di acqua durante le fasi di perforazione, né nella successiva misura del livello freaticometrica all'interno del piezometro installato nel foro di sondaggio denominato S2, profondo 20 m da p.c..

Per la visione di dettaglio si rimanda alle colonne stratigrafiche allegate al "Report Indagini geognostiche".

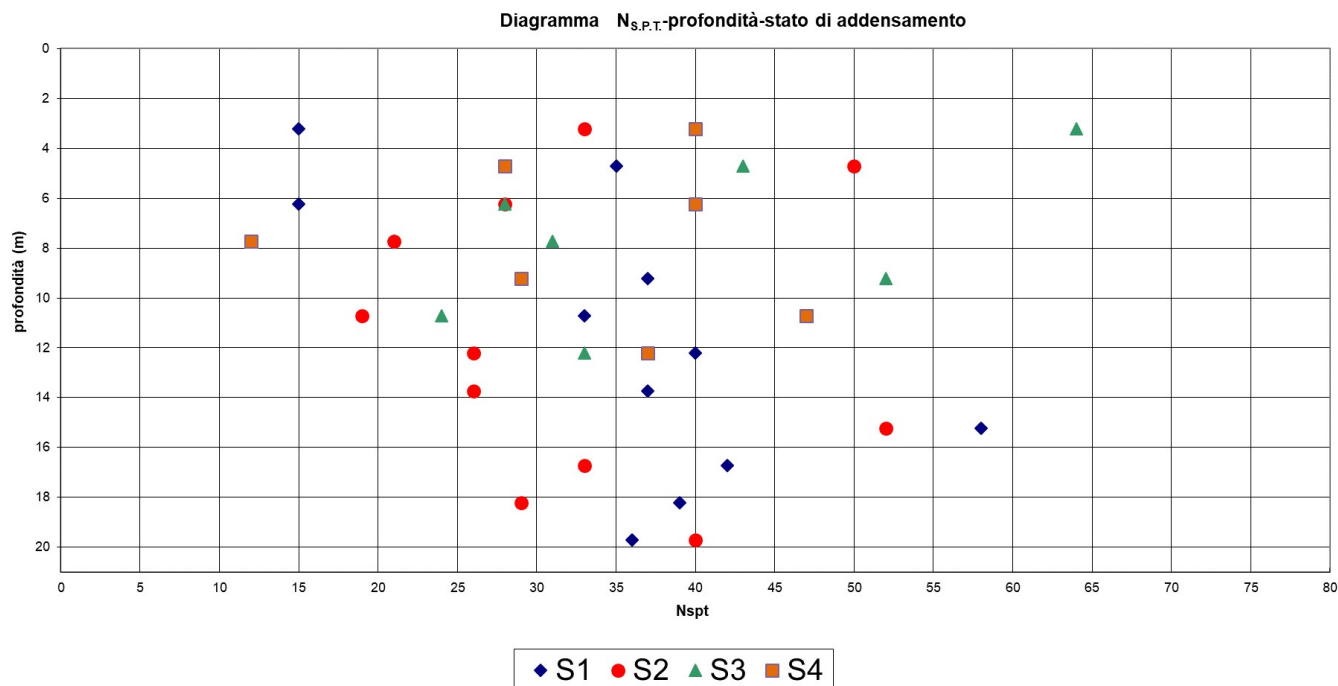
### 2 PROVE SPT

La prova consente di determinare la resistenza di un terreno alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio. Nel corso della realizzazione dei sondaggi sono state realizzate n. 3 prove SPT in foro; di seguito si riporta una tabella riepilogativa con indicazione delle prove eseguite, della profondità di esecuzione, del numero di colpi, del conseguente valore di NSPT e delle litologie testate.

N.	ID sondaggio	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	NSPT
1	S1	3,00	3,45	7-6-9	15
2	S1	4,50	4,95	5-12-23	35
3	S1	6,00	6,45	6-9-6	15
4	S1	7,50	7,95	17-8-13	21
5	S1	9,00	9,45	13-17-20	37
6	S1	10,50	10,95	12-17-16	33
7	S1	12,00	12,45	13-21-19	40
8	S1	13,50	13,95	11-18-19	37
9	S1	15,00	15,45	16-27-31	58
10	S1	16,50	16,95	22-22-20	42
11	S1	18,00	18,45	15-13-26	39
12	S1	19,50	19,95	9-19-17	36

N.	ID sondaggio	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	NSPT
1	S2	3,00	3,45	4-11-22	33
2	S2	4,50	4,95	10-18-32	50
3	S2	6,00	6,45	12-18-10	28
4	S2	7,50	7,95	9-11-10	21
5	S2	9,00	9,45	10-16-13	29
6	S2	10,50	10,95	6-9-10	19
7	S2	12,00	12,45	7-10-16	26
8	S2	13,50	13,95	9-12-14	26
9	S2	15,00	15,45	11-15-37	52
10	S2	16,50	16,95	13-18-15	33
11	S2	18,00	18,45	11-13-16	29
12	S2	19,50	19,95	7-20-20	40
1	S3	3,00	3,45	18-25-39	64
2	S3	4,50	4,95	11-27-16	43
3	S3	6,00	6,45	10-13-15	28
4	S3	7,50	7,95	12-16-15	31
5	S3	9,00	9,45	7-24-28	52
6	S3	10,50	10,95	9-12-12	24
7	S3	12,00	12,45	10-17-16	33
1	S4	3,00	3,45	7-19-21	40
2	S4	4,50	4,95	17-15-13	28
3	S4	6,00	6,45	13-21-19	40
4	S4	7,50	7,95	9-11-1	12
5	S4	9,00	9,45	11-14-15	29
6	S4	10,50	10,95	8-23-24	47
7	S4	12,00	12,45	13-19-18	37

Di seguito si riporta il grafico relativo ai valori di NSPT in funzione della profondità dal p.c. relativi ai quattro sondaggi eseguiti.



**Stato di addensamento**  
**tab. 4.5 raccomandazioni A.G.I. 1977**

0-4 colpi	sciolto
4-10 colpi	poco addensato
10-30 colpi	moderatamente addensato
30-50 colpi	addensato
>50 colpi	molto addensato

Figura 2 - Grafico NSPT in funzione della profondità dal p.c.

Dal grafico sopra riportato risulta una evidente dispersione dei valori di (Nspt) alle diverse profondità investigate (Tab.4.5 Norme AGI 1977). In generale si osserva che i terreni testati, ad eccezione di qualche valore random con NSPT maggiore di 50, ricadono nelle classi “moderatamente addensato” e “addensato”. Va comunque tenuto conto che la presenza di una variabile componente ghiaiosa-ciottolosa nei depositi investigati può determinare una valutazione dello stato di addensamento alterata determinando una sovrastima del parametro.



### 3 PRELIEVO CAMPIONI E PROVE DI LABORATORIO

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 14 campioni rimaneggiati. Essi sono stati sottoposti alla determinazione della curva granulometrica i cui relativi risultati sono forniti nei certificati allegati al "Report Indagini Geognostiche" e di seguito riepilogati:

Figura 3 - Scheda sintetica dei campioni rimaneggiati prelevati

n.	sigla sond	sigla campione	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Definizione granulometrica
1	S1	CR1	2,5	3,0	ghiaia sabbiosa limosa
2	S1	CR2	5,5	6,0	sabbia con ghiaia, limosa, debolmente argillosa
3	S1	CR3	8,5	9,0	sabbia con limo, ghiaiosa, argillosa
4	S1	CR4	15,5	16,0	sabbia limosa, argillosa, ghiaiosa
5	S2	CR1	6,0	7,0	ghiaia con sabbia, limosa, debolmente argillosa
6	S2	CR2	11,0	12,0	sabbia con ghiaia, limosa, debolmente argillosa
7	S2	CR3	13,0	14,0	ghiaia con sabbia, limosa, debolmente argillosa
8	S2	CR4	17,0	18,0	sabbia limosa, ghiaiosa
9	S3	CR1	4,0	4,5	ghiaia con sabbia, debolmente limosa
10	S3	CR2	8,5	9,0	sabbia ghiaiosa, limosa
11	S3	CR3	11,5	12,0	sabbia ghiaiosa, limosa
12	S4	CR1	3,5	4,0	ghiaia sabbiosa, debolmente limosa
13	S4	CR2	7,5	8,0	sabbia con ghiaia, limosa
14	S4	CR3	11,5	12,0	sabbia con ghiaia, limosa

Per comodità di esposizione si riporta di seguito una tabella riepilogativa della distribuzione granulometrica.

Sigla campione	Sigla di laboratorio	Profondità di prelievo (m)		Distribuzione granulometrica (%)				
		da	a	Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia	Ciottoli
S1-CR1	T.044/21	2.50	3.00	12.00	19.20	64.80	4.00	
S1-CR2	T.045/21	5.50	6.00	10.00	15.00	42.50	32.50	0.00
S1-CR3	T.046/21	8.50	9.00	14.50	26.00	37.50	22.00	0.00
S1-CR4	T.047/21	15.50	16.00	12.50	17.00	59.50	11.00	4.00
S2-CR1	T.048/21	6.00	7.00	6.00	10.50	41.00	42.50	0.00
S2-CR2	T.049/21	11.00	12.00	9.50	14.00	45.50	31.00	0.00
S2-CR3	T.050/21	13.00	14.00	5.00	11.00	41.50	42.50	0.00
S2-CR4	T.051/21	17.00	18.00	4.50	20.50	57.50	17.50	0.00
S3-CR1	T.053/21	4.00	4.50	1.00	8.50	37.00	53.50	0.00
S3-CR2	T.054/21	8.50	9.00	3.50	19.00	55.50	22.00	0.00
S3-CR3	T.055/21	11.50	12.00	1.00	12.00	71.50	15.50	0.00
S4-CR1	T.056/21	3.50	4.00	9.00	25.50	62.00	3.50	
S4-CR2	T.057/21	7.50	8.00	0.00	21.00	52.50	26.50	0.00
S4-CR3	T.058/21	11.50	12.00	0.50	18.00	52.00	29.50	0.00

Figura 4 - Tabella riepilogativa distribuzione granulometrica



#### 4 PROVE PENETROMETRICHE D.P.S.H.

Sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche dinamica DPSH in adiacenza al sondaggio denominato con la stessa sigla numerica.

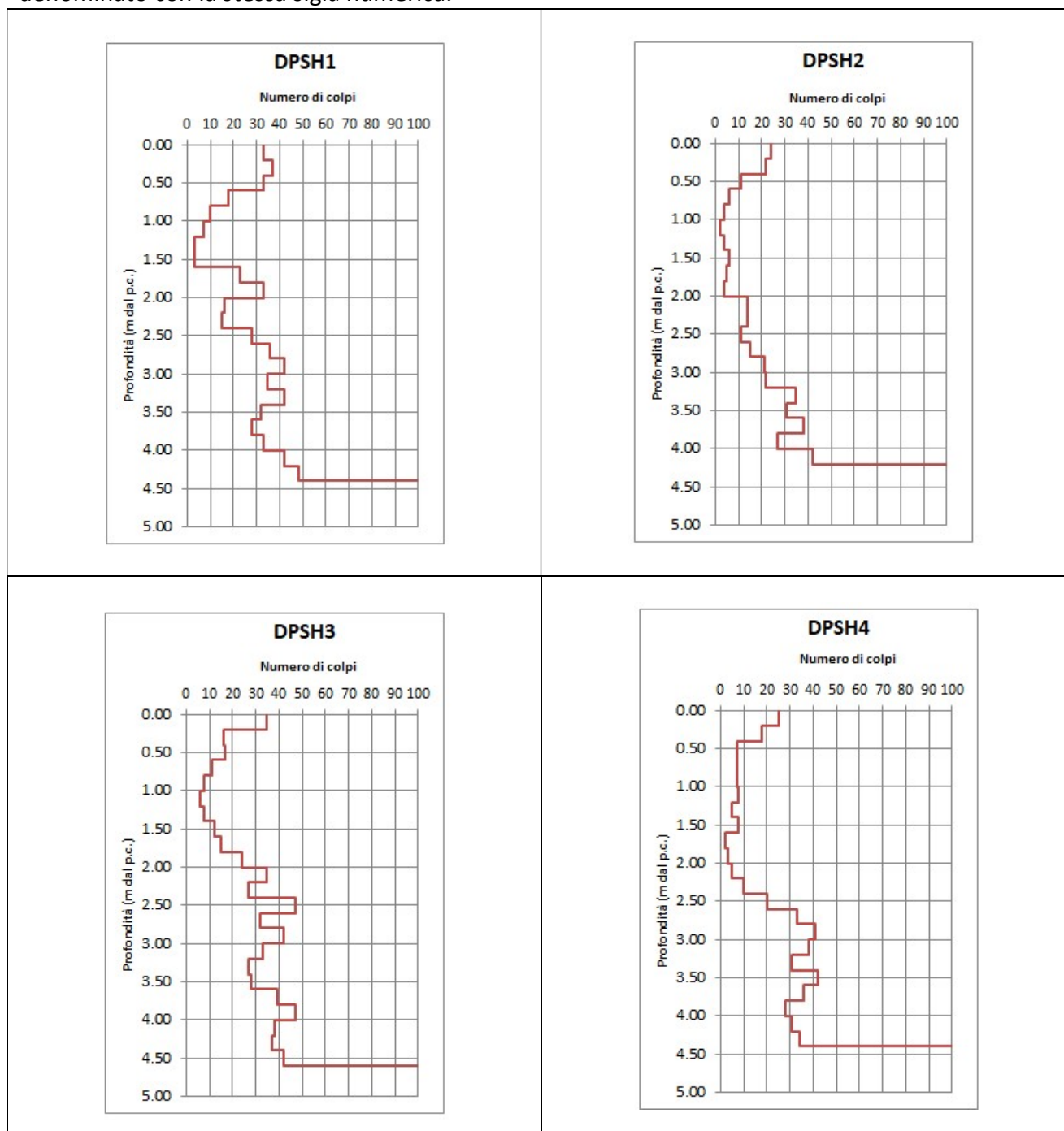


Figura 5 - Grafico delle prove D.P.S.H.

Tutte le prove si sono arrestate a profondità di 4,4÷4,8 m dal p.c. per rifiuto strumentale da attribuirsi alla presenza di ciottoli, come anche emerso nel corso dei sondaggi. Si segnala tra 0.50 e 1.00/2.00 m, a secondo delle prove, un numero di colpi molto basso inferiore a 10, talora pari anche 2/4, ad indicare livelli con caratteristiche geomeccaniche molto scadenti.

## 5 RISULTANZE DELL'INDAGINE MASW01

Per la visione di dettaglio dei risultati si rimanda al report delle indagini geognostiche allegato alla presente relazione; di seguito si fornisce una sintesi di tale indagine.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata selezionando, tra tutti i segnali acquisiti, il sismogramma di seguito riportato in cui sono riportate le tracce sismiche registrate sull'intero array di geofoni costituenti lo stendimento.

A seguito del post-processing è stato elaborato il diagramma velocità di fase-frequenza dal quale è stata estratta la curva di dispersione di seguito riportata.

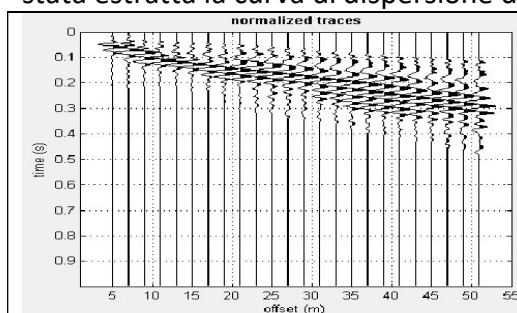


Figura 6 - Indagine MASW 01- Sismogramma.

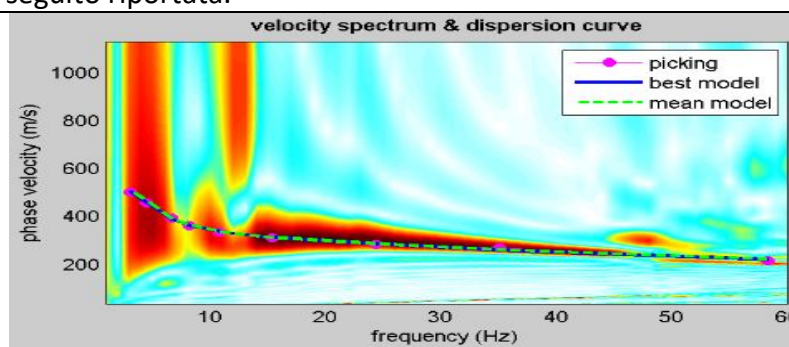
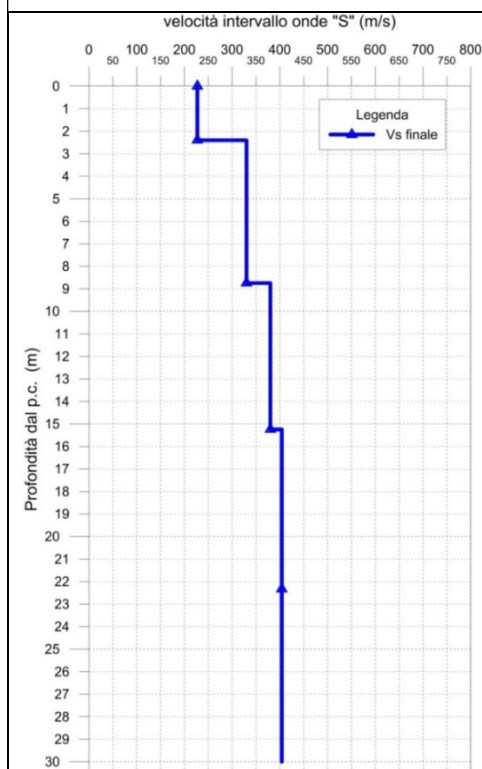


Figura 7 - Indagine MASW01 Spettro di velocità e curva di dispersione.



Numero di strati	Profondità (m da p.c.)	Vs finale (m/s)	Spessore (m)	h/Vs
1	2,4	227	2,4	0,0106
2	8,7	330	6,3	0,0192
3	15,2	380	6,5	0,0171
4	22,3	404	7,1	0,0175
5	30,0	440	7,7	0,0175
6	41,5	545	11,5	0,0211

Figura 8 – Indagine MASW01. Profilo delle velocità delle onde S con la profondità (a sn) e tabella profondità, spessore sismostrati e velocità medie delle onde S (a dx).

La valutazione della Vs,30 ha fornito il seguente valore: **366 m/s**.

## **SECONDA PARTE: RELAZIONE GEOLOGICA**

### **1 INQUADRAMENTO ALL'INTERNO DEL PGT**

Nel presente paragrafo vengono riportati i risultati emersi dalla consultazione degli elaborati cartografici della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT di Saronno a firma dello studio associato Idrogeotecnico Ghezzi datata dicembre 2012. Il Piano di Governo del Territorio del Comune di Saronno è stato approvato con delibera del C.C. n. 27 del 15/06/2013 e s.m.i..

Ai fini della prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, il Piano di Governo del Territorio (PGT) contiene la definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico comunale (DdP), il recepimento e la verifica di coerenza con gli indirizzi e le prescrizioni del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale e del Piano di Bacino, individua le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime aree sono assoggettate (PdR) (art. 57, LR 12/2005 e smi).

La componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (PGT) è redatta in conformità alle metodologie contenute nei criteri attuativi dell'art. 57 della l.r. 12 del 2005, approvati con d.g.r. 2616 del 2011, recentemente integrati con la d.g.r. 6738 del 19 giugno 2017 e con la d.g.r. n. 470 del 2 agosto 2018.

Di seguito si riportano gli stralci, non in scala delle carte ritenute più significative ai fini della presente trattazione, ovvero la **Carta di Pericolosità Sismica Locale** (PSL), che rappresenta il primo livello, obbligatorio, per l'analisi del rischio sismico; la **Carta dei Vincoli**, che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico; la **Carta di Sintesi** che propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.; la **Carta di Fattibilità Geologica** che rappresenta la valutazione incrociata degli elementi contenuti nella cartografia analitica con i fattori geoambientali, territoriali e antropici, confrontati con la pericolosità dei fenomeni agenti e le conseguenti situazioni di rischio geologico; la **Carta Geologica e geomorfologica**; la carta dei **Caratteri geologico-tecnici** e la carta dell' **Idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero**.

#### **- Carta di Pericolosità Sismica Locale**

Per quanto riguarda l'analisi sismica della componente geologica a scala comunale i criteri attuativi della L.R. n. 12 del 2005 per il governo del territorio (d.g.r. n. 2616 del 2011) prevedono tre livelli di approfondimento

(<http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/territorio/pianificazione-comunale-e-provinciale/componente-geologica-pgt/componente-geologica-pgt>):

- 1° livello (fase pianificatoria): obbligatorio in tutte le zone sismiche (2, 3 e 4)
- 2° livello (fase pianificatoria): nelle zone sismiche 2 e 3 è obbligatorio negli ambiti a Pericolosità sismica locale Z3 e Z4 se interferenti con l'urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili. Nelle zone sismiche 4 è obbligatorio negli ambiti a Pericolosità sismica locale Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al decreto n. 19904 del 2003)
- 3° livello (fase progettuale): nelle zone sismiche 2 e 3 è obbligatorio nelle aree indagate con il 2° livello quando il fattore di amplificazione (FA) calcolato è maggiore del valore soglia comunale e nelle zone a Pericolosità sismica locale Z1 e Z2. Nelle zone sismiche 4 è obbligatorio nelle aree indagate con il 2° livello quando il fattore di amplificazione (FA)



calcolato è maggiore del valore e nelle zone a Pericolosità sismica locale Z1 e Z2 per gli edifici strategici e rilevanti

Nella Carta di Pericolosità sismica Locale, che costituisce l'obiettivo del primo livello di approfondimento dell'analisi del rischio sismico, obbligatorio per tutti i comuni durante la fase pianificatoria, vengono riconosciute le aree passibili di amplificazione sismica sulla base di osservazioni geologiche e di dati esistenti.

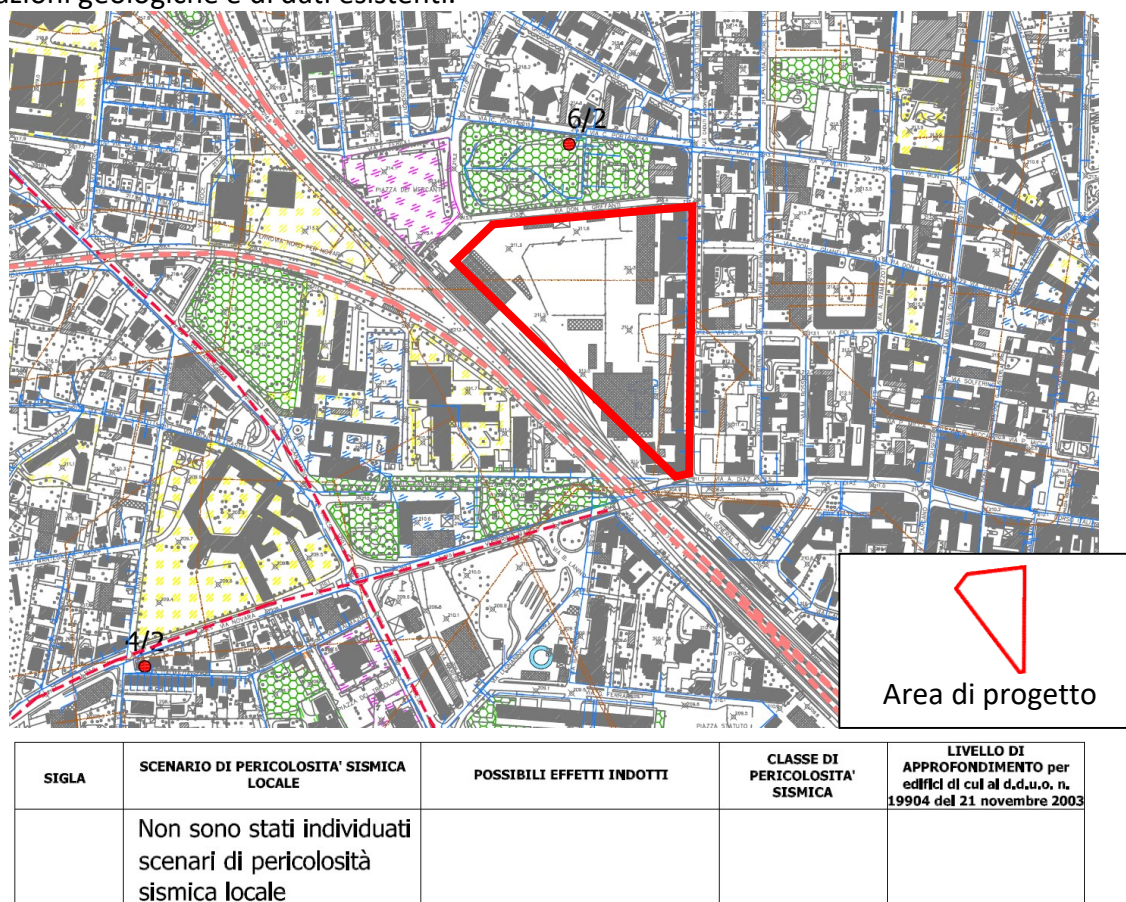


Figura 9 - Stralcio "Tav. 5: Pericolosità Sismica Locale" da P.G.T. Comune di Saronno anno 2012

Nell'elaborato grafico consultato non sono indicati, per l'intero territorio comunale, scenari di Pericolosità Sismica Locale.

Nella relazione geologica del PGT, in merito agli "Scenari di Pericolosità sismica locale e possibili effetti indotti" si riporta quanto segue:

*"L'esame della documentazione analitica di base e l'osservazione dettagliata dell'assetto morfologico del territorio non hanno evidenziato la presenza di alcuno scenario di possibile amplificazione del segnale sismico atteso in grado di dar luogo ad apprezzabili modificazioni dello spettro di risposta elastica; infatti, le indagini disponibili escludono la presenza di un substrato rigido nei primi 30÷40 m di profondità. Inoltre, il calcolo delle velocità di propagazione delle onde di taglio, fornisce dei valori di VS30 ampiamente inferiori al valore limite di 800 m/s per il quale si possono prevedere amplificazioni del moto sismico superiori a quelli previsti dal D.M. 14 gennaio 2008.*

*In tale ottica l'attribuzione di tutto il territorio comunale alla zona Z4a non costituirebbe alcuna informazione aggiuntiva in merito alla pericolosità sismica dell'area, rispetto a quanto già prevedibile a mezzo dell'applicazione del D.M. 14/01/08."*

- **Carta dei vincoli**

La carta dei vincoli rappresenta le limitazioni d'uso del territorio, derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, di contenuto prettamente geologico, di seguito sintetizzate:

- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;
- Vincoli di polizia idraulica;

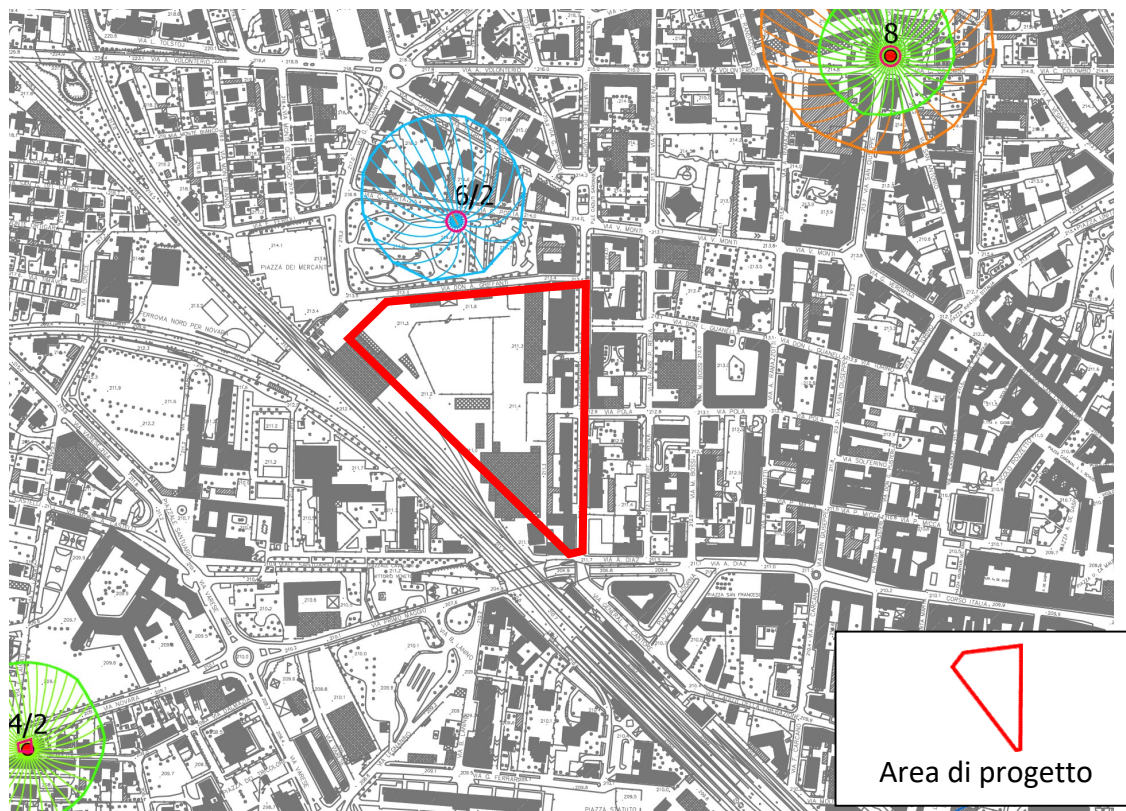


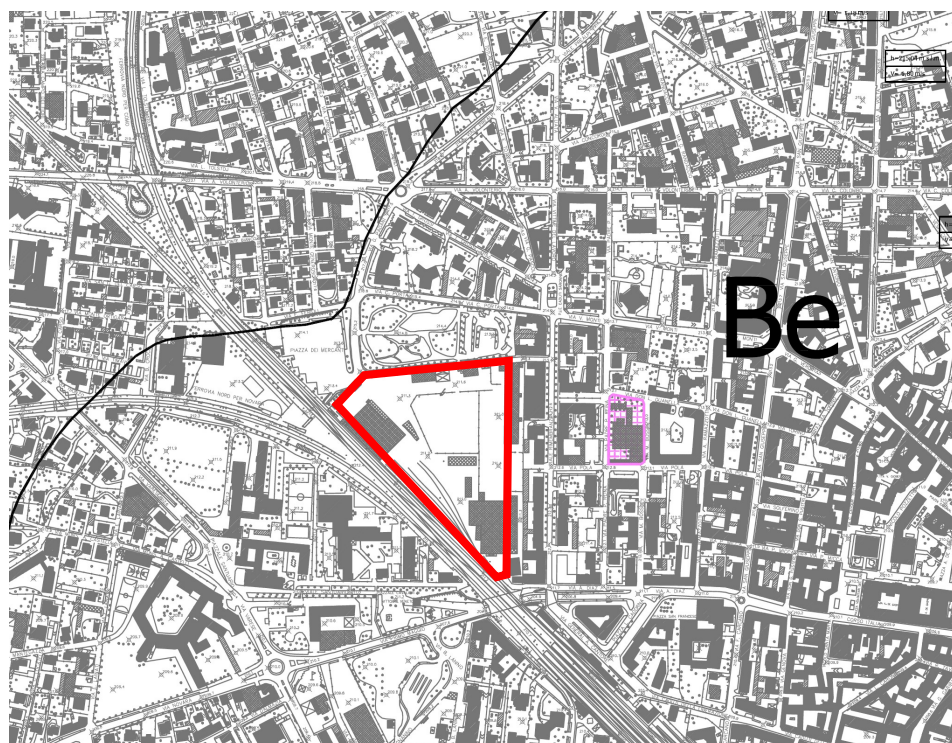
Figura 10 - Stralcio "Tav. 6: Carta dei vincoli geologici sovraordinati" da P.G.T. Comune di Saronno anno 2012

Dalla consultazione del relativo elaborato cartografico nell'area oggetto di studio non è stato perimetrato alcun vincolo.

- **Carta di sintesi**

La carta di sintesi del PGT è redatta a seguito dell'analisi dei diversi fattori di rischio ed è il risultato delle correlazioni e della valutazione critica di tutti i dati raccolti nelle varie fasi d'indagine. In tale elaborato grafico il territorio comunale è stato suddiviso in aree facendo particolare riferimento alle problematiche geologiche da considerare nella pianificazione urbanistica.





AREE	CARATTERISTICHE LITOTECNICHE	VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI	PROBLEMATICHE SPECIFICHE
Pg	Sabbie e ghiaie da medie a grossolane (depositi fluviali) e depositi di esondazione costituiti da sabbie fini limose con clasti sparsi	Vulnerabilità di grado estremamente elevato	Area soggetta e potenzialmente soggetta a fenomeni di esondazione del torrente Lura. Drenaggio localmente mediocre per la presenza di terreni fini
Be	Ghiaie poligeniche sabbiose e/o sabbioso-limose poco alterate. Presenza di sedimenti fini superficiali costituiti da limi sabbiosi con rari ciottoli. In profondità passaggio a sabbie ghiaiose limose e a ghiaie con ciottoli e sabbia	Vulnerabilità di grado alto	Possibile presenza di terreni con scadenti/discrete caratteristiche portanti mediamente entro 2.7-3.3 m di profondità, localmente fino a 6 m. Possibile presenza di terreni coesivi superficiali con stato di consistenza da tenero a molle
Bi	Ghiaie a supporto di matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, con profilo di alterazione mediamente evoluto. Locale presenza di lenti di sabbia medio-grossolana. Presenza in superficie di limi sabbiosi massivi con rari ciottoli	Vulnerabilità di grado medio	Terreni con discrete caratteristiche portanti, passanti a terreni con buone caratteristiche geotecniche a partire da circa 7.5-8 m di profondità. Drenaggio localmente difficoltoso in superficie e nel primo sottosuolo per la presenza di terreni fini

Figura 11 - Stralcio "Tav. 7: Sintesi degli elementi conoscitivi" da P.G.T. Comune di Saronno anno 2012

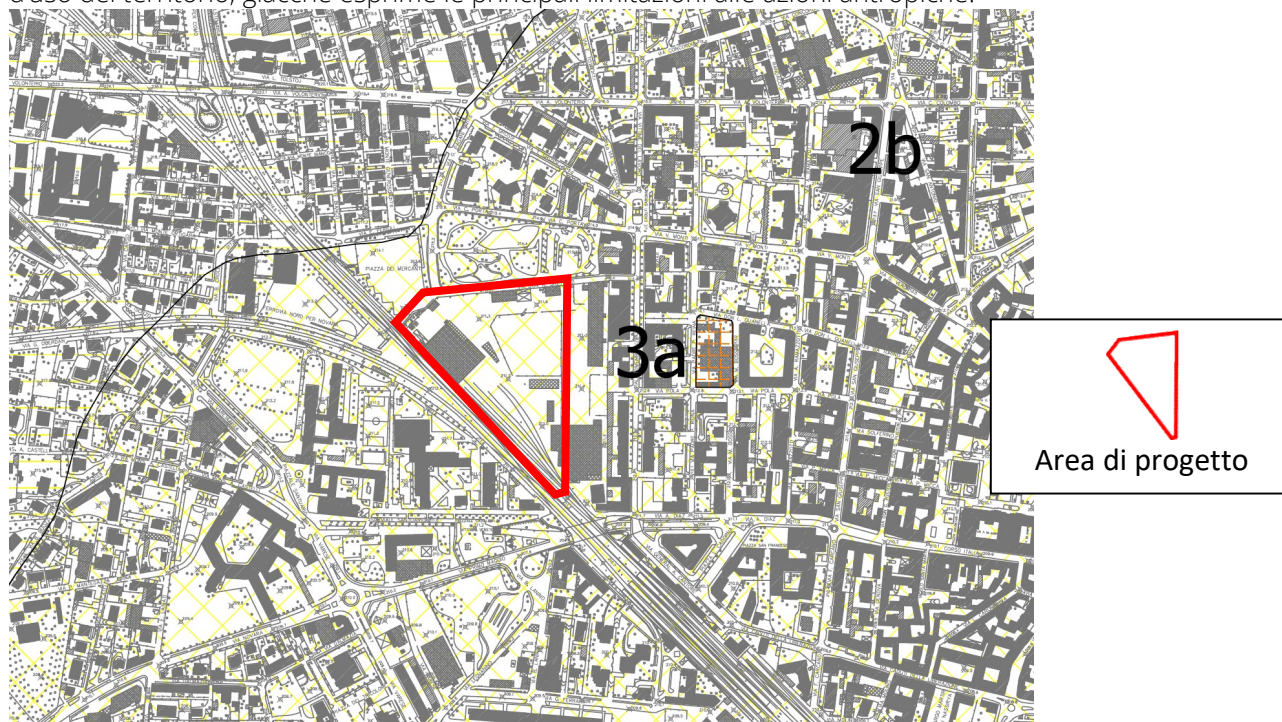
Dalla consultazione della carta di sintesi, il settore in cui dovrà sorgere il nuovo polo infrastrutturale ricade nell'area denominata "Be" la cui descrizione è riportata in legenda.

#### - Carta della fattibilità geologica

Nella carta di fattibilità il territorio comunale viene suddiviso in classi di fattibilità geologico-ambientale, sulla base di una valutazione incrociata degli elementi contenuti nella cartografia analitica (carte tematiche, carta della pericolosità sismica e carta di sintesi) con i fattori geoambientali, territoriali e antropici, confrontati con la pericolosità dei fenomeni agenti e le conseguenti situazioni di rischio geologico.



Essa rappresenta lo strumento tecnico su cui compiere le scelte progettuali di gestione e destinazione d'uso del territorio, giacché esprime le principali limitazioni alle azioni antropiche.



CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA D.G.R. IX/2616/11	PRINCIPALI CARATTERISTICHE	PROBLEMATICHE GENERALI	PARERE SULLA EDIFICABILITÀ	TIPO DI INTERVENTO AMMISSIBILE	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO PREVENTIVE NECESSARIE	INTERVENTI DA PREVEDERE IN FASE PROGETTUALE	NORME SISMICHE DA ADOTTARE PER LA PROGETTAZIONE
<b>Classe 4 RE</b> (piana alluvionale ad elevato rischio di esondazione) <b>FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI</b>	Alveo del T. Lura costituente reticolo idrografico principale e piano alluvionale a rischio di esondazione molto elevato (Classe di Rischio R4 per tempi di ritorno TR=100 anni)	Area ad elevato rischio di esondazione/allagamento. Comprende porzioni di fascia di rispetto fluviale necessaria a consentire l'accessibilità al corso d'acqua ai fini della sua manutenzione, fruizione e riqualificazione ambientale.	Non favorevole per gravi limitazioni legate al rischio idraulico e alla presenza di fasce di rispetto del corso d'acqua principale con attività di polizia idraulica.	Vietate nuove edificazioni. Sono ammesse infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili. Limitazioni previste dal Regolamento comunale di Polizia Idraulica, dalla d.g.r. IX/4287/12, del R.D. 523/1904 art. 59, 96, 97, 98.	IGT - SV - SCI - VRE VQS	RE - IRM - DS - CO	Gli approfondimenti di 2° e 3° livello per la definizione delle azioni sismiche di progetto non devono essere eseguiti nelle aree classificate in classe di fattibilità 4, in quanto considerate ineditabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione della normativa specifica. Per le infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico eventualmente ammesse, la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni", definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello.
<b>Classe 3 RA</b> (piana alluvionale a rischio idraulico alto) <b>FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI</b>	Piana alluvionale ad alto rischio idraulico per tempi di ritorno TR=100 anni	Area ad alto rischio idraulico (classi di rischio R3-R3-R2) comprendente anelli già edificati, per i quali si rende necessario attuare interventi di mitigazione del rischio. Presenza di porzioni dell'Unità Pg a vulnerabilità degli acquedotti estremamente elevata.	Favorevole con consistenti limitazioni legate al rischio idraulico e alla salvaguardia dell'acquifero libero.	E' consentita solo la realizzazione di infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico.	IGT - SV - SCI - SVRI	RE - DS - CO	La progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.s.u. n. 19904/03 di nuova previsione, a mezzo di approfondimento di 3° livello.
<b>Classe 3 RB</b> (piana alluvionale a rischio idraulico basso) <b>FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI</b>	Piana alluvionale a basso rischio idraulico per tempi di ritorno TR=100 anni	Area a basso rischio idraulico (classi di rischio R2-R1). Presenza di porzioni dell'Unità Pg a vulnerabilità degli acquedotti estremamente elevata.	Favorevole con consistenti limitazioni legate al rischio idraulico e alla salvaguardia dell'acquifero libero.	Sono ammesse tutte le tipologie di opere edificatorie ed infrastrutturali, subordinate alla realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, finalizzati a garantire un franco minimo di sicurezza.	IGT-SV - SVRI	RE - DS - CO	La progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.s.u. n. 19904/03 di nuova previsione, a mezzo di approfondimento di 3° livello.
<b>Classe 3 a</b> (alt. condizionata da attività antropica/industriale) <b>FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI</b>	Aree produttive dismesse o in parte attive, ambientalmente degradate e condizionate da attività industriale attuale o progressiva, costituenti siti sottoposti a verifica ambientale, siti in corso di verifica/caratterizzazione/bonifica o siti già oggetto di bonifica ai sensi del D.Lgs.152/06 o dell'ex D.M. 471/99	Contaminazione accertata o potenziale dei suoli	Favorevole con consistenti limitazioni connesse alla verifica dello stato di salubrità dei suoli (Regolamento Locale di Igiene). La tipologia edificatoria può essere finalizzata all'attività di bonifica e allo stato di salubrità dei suoli per le aree oggetto di indagine ambientale.	Limitazioni d'uso previste dal D.Lgs.152/06 in funzione dei limiti di concentrazione raggiunti per i siti oggetto di interventi di bonifica e allo stato di salubrità dei suoli per le aree oggetto di indagine ambientale.	IGT - SV - ISS/PCA	RE - CO - DS - CA - BO	La progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.s.u. n. 19904/03 di nuova previsione, a mezzo di approfondimento di 3° livello.
<b>Classe 2 a</b> (Fluvioglaciale Binate) <b>FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI</b>	Aree a morfologia sub-pianeggiante o lievemente ondulata, con rischio idrografico assente, litologicamente costituite da ghiaie a supporto di matrice sabbiosa o sabbioso-limoso, a profilo di alterazione superficiale mediamente evoluto. Presenza di terreni fini superficiali con stato di consistenza tenero.	Drenaggio delle acque localmente difficoltoso in superficie per la presenza di terreni coesi. Terreni granulari mediamente adensati con buone caratteristiche geotecniche a partire da circa 7-5-8 m da p.c.	Favorevole con modeste limitazioni legate alla difficoltà di drenaggio delle acque e alle caratteristiche portanti del terreno.		IGT IGT - SV IGT - SV - ISS IGT - SV	RE - CO RE - CO RE - CO - CA - BO RE - CO	La progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.s.u. n. 19904/03 di nuova previsione, a mezzo di approfondimento di 3° livello.
<b>Classe 2 b</b> (Fluvioglaciale Besnate) <b>FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI</b>	Aree a morfologia sub-pianeggiante, litologicamente costituite da ghiaie poligeniche a supporto di matrice da sabbioso-limoso a limosa, con presenza di terreni fini superficiali con profilo di alterazione poco evoluto. Presenza di sedimenti fini superficiali.	Possibile presenza di terreni sciolti, con discrete caratteristiche geotecniche fino a 2,7-3,3 m di profondità, localmente fino a 6 m da p.c.. Miglioramento delle caratteristiche portanti a maggiore profondità.	Favorevole con modeste limitazioni legate alle caratteristiche portanti del terreno e alla salvaguardia dell'acquifero libero.		IGT IGT - SV IGT - SV - ISS IGT - SV	RE - CO RE - CO RE - CO - CA RE - CO	La progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.s.u. n. 19904/03 di nuova previsione, a mezzo di approfondimento di 3° livello.

\* L'approvazione del Piano attuativo o il rilascio del permesso di costruire sono subordinati alla valutazione e all'esito positivo delle indagini preventive necessarie e degli approfondimenti richiesti per ciascun tipo di intervento

Figura 12 - Stralcio "Tav. 8: Fattibilità geologica" da P.G.T. Comune di Saronno – Giugno 2013

L'area oggetto di studio ricade in **classe di fattibilità 2, sottoclasse B** - fattibilità con modeste limitazioni.

In riferimento a tale classe, di seguito si riporta quanto indicato nelle "Norme Geologiche di Piano" contenute nella seconda parte dello studio geologico del PGT comunale.

#### CLASSE 2b – Fluvioglaciale Besnate

Principali caratteristiche: aree a morfologia sub-pianeggiante, litologicamente costituite da ghiaie poligeniche a supporto di matrice da sabbioso-limoso a limosa, con profilo di alterazione poco evoluto. Presenza di sedimenti fini superficiali.



Problematiche generali: area con possibile presenza di terreni sciolti, con discrete caratteristiche geotecniche fino a 2.7-3.3 m di profondità, localmente fino a 6 m da p.c.. Miglioramento delle caratteristiche portanti a maggiore profondità.

Parere sull'edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alle caratteristiche portanti del terreno e alla salvaguardia dell'acquifero libero.

Tipo di intervento ammissibile: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 27 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*"), nel rispetto delle normative vigenti.

Nel caso in cui, sussista in concomitanza la fascia di rispetto del torrente Lura (cfr. Tav. 6 -Vincoli), vanno considerate le limitazioni previste dal regolamento comunale di polizia idraulica, che fa riferimento al R.D. 523/04 artt. 59, 96, 97, 98 e alla d.g.r. 7/7868/2002 e s.m.i., vigente al momento di redazione dello studio, ora sostituita dalla d.g.r. 25 ottobre 2012 n. IX/4287.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: si rende necessaria la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio (RG) e l'esecuzione di prove geotecniche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT); in particolare dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) nel caso di opere di tipo 3, 4 5, 6 al fine di prevedere le opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere. Le indagini geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera (secondo quanto indicato nell'art. 2 delle Norme geologiche di Piano).

La modifica di destinazione d'uso di aree esistenti inserite in zona "produttiva" necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene (ISS); qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "*Norme in materia ambientale*" (Piano di Caratterizzazione Ambientale/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Interventi da prevedere in fase progettuale: quale norma generale per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere, già in fase progettuale, saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE-CO).

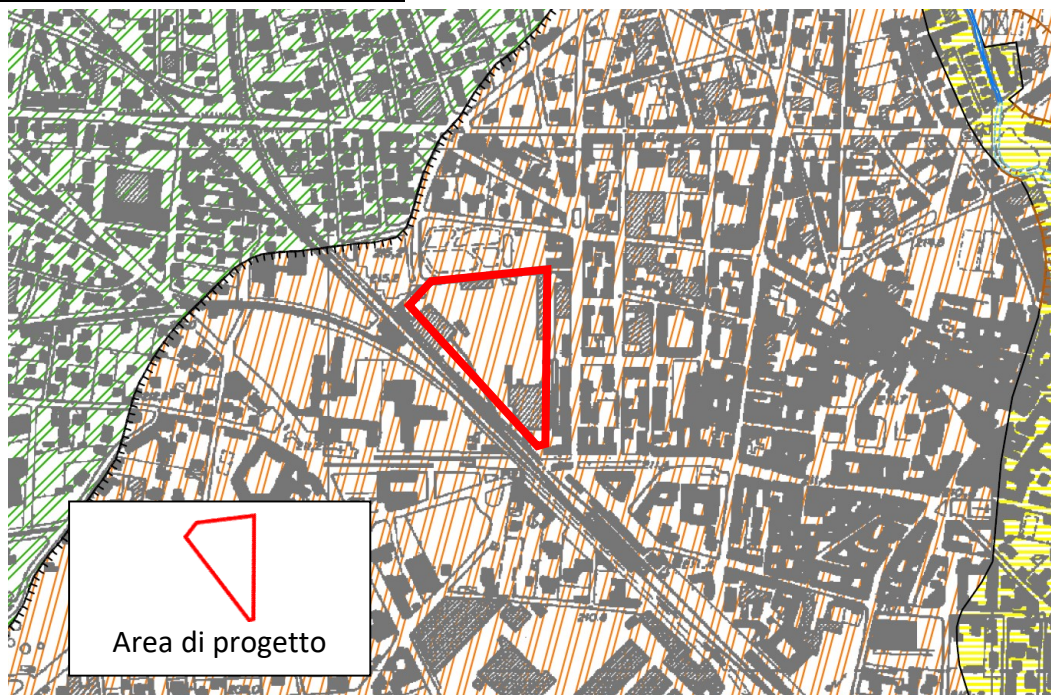
Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione del suolo ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i..

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme*

*Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 di nuova previsione, a mezzo di approfondimento di 3° livello.



- **Carta geologica e geomorfologica**



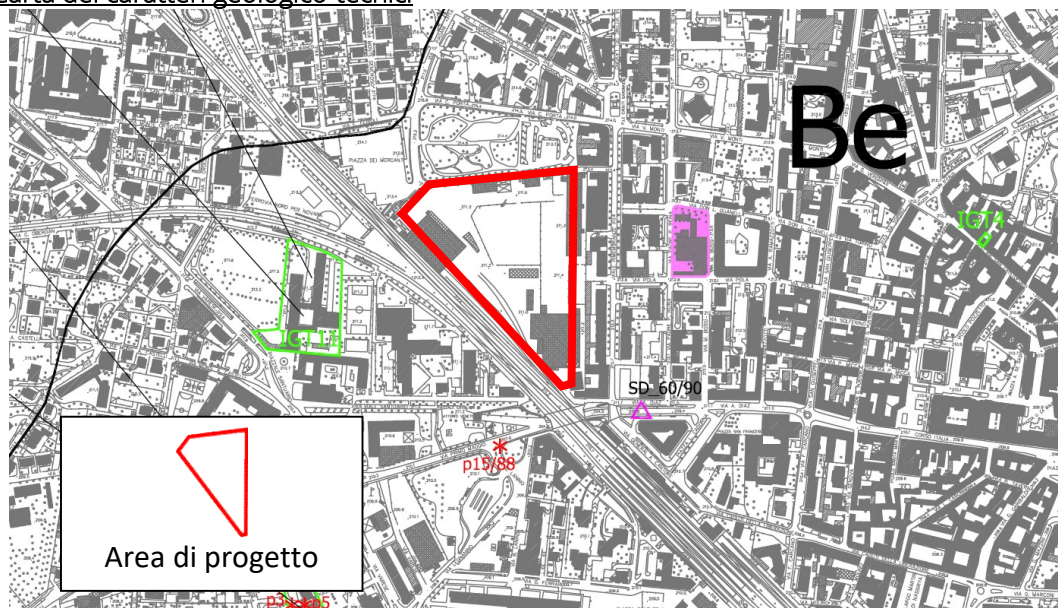
UNITA' GEOLOGICHE		LITOLOGIA
<b>UNITÀ POSTGLACIALE (Pleistocene superiore - Olocene)</b> Depositi di plana alluvionale privi di alterazione superficiale con suoli assenti o poco sviluppati		Sabbie e ghiaie da medie a grossolane a supporto clastico e/o di matrice (depositi fluviali); sabbie fini limose e limi sabbiosi con rari clasti sparsi (depositi di esondazione)
<b>SUPERSINTEMA DI BESNATE (Pleistocene medio - Pleistocene superiore)</b> Depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione superficiale poco evoluto. Colore della matrice 10YR e 7.5YR. Copertura loessica in genere presente. (Würm - Riss A.A.)		Ghiaie poligeniche grossolane a prevalente supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, localmente a supporto clastico con matrice sabbioso-limosa. Superiormente sono in genere presenti suoli e sedimenti fini (limi sabbiosi massivi con rari clasti sparsi) per uno spessore di 0,5-1,0 m
<b>SINTEMA DI BINAGO (Pleistocene medio)</b> Depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione superficiale mediamente evoluto (spessore superiore a 2 m). Colore della matrice 7.5YR. Presenza di copertura loessica (Riss A.A.)		Ghiaie poligeniche medio grossolane a supporto di matrice da sabbiosa a sabbioso-limosa. Ciottoli carbonatici alterati. In superficie limi sabbiosi e limi argillosi massivi (loess) con rari ciottoli, di spessore variabile da 1,0 a 2,5 metri

Figura 13 - Stralcio "Tav. 1: Geologia e geomorfologia" da P.G.T. Comune di Saronno anno 2012

Il sito oggetto di studio si trova in un'area di depositi fluvioglaciali appartenenti al Supersintema di Besnate, costituiti da ghiaie poligeniche prevalentemente a supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, localmente a supporto clastico con matrice sabbioso-limosa.

Nello stralcio cartografico su riportato, nell'area oggetto di studio non si evidenzia la presenza di elementi geomorfologici.

- Carta dei caratteri geologico-tecnici



AREE	CARATTERI MORFOLOGICI	CARATTERI LITOLOGICI	CARATTERI PEDOLOGICI (numeri e sigle riferiti alle Unità Cartografiche ERSA)	DRENAGGIO DELLE ACQUE	ASSETTO GEOLOGICO-TECNICO	DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO										
						UNITA'	Npt (cm/30 cm)	Yn ML/ML	Stato di addensamento/ consistenza	Dr	q' kPa	c' kPa	cu kPa	Vs m/s	E' MPa	Spesso (m)
Pg	Piana alluvionale del T. Lura, localmente delimitata da orti di terrazzo morfologico con dislivelli di circa 5-13 m rispetto all'alveo, discendenti verso S.	Depositi fluviali e di esondazione a granulometria variabile. I depositi fluviali sono costituiti da sabbie e ghiaie a supporto clastico rido di matrice. I depositi di esondazione sono costituiti da sabbie fini limose e limi sabbiosi occasionalmente con ciottoli sparsi. Profilo di alterazione assente.	U.C. 68 - TR81 (limitata porzione di piana alluvionale del torrente Lura nel settore N del comune): suoli da sottili a moderatamente profondi, limitati da substrato pietroso, con scheletro frequente negli orizzonti superficiali, da abbondante a molto abbondante negli orizzonti profondi, tessitura da media a moderatamente grossolana negli orizzonti superficiali, grossolana negli orizzonti profondi, reazione subacida, saturazione media, non calcareo, drenaggio moderatamente rapido, localmente migliore per le oscillazioni periodiche della falda.	Drenaggio delle acque buono sia in superficie che in profondità, localmente migliore per la presenza di depositi superficiali a ridotta permeabilità.	Terreni sciolti con scadenti caratteristiche geotecniche in superficie (spessori di circa 1 metro), passanti verso il basso a terreni granulari addensati con buone caratteristiche geotecniche. Aumento del grado di addensamento con la profondità. Permeabilità elevata.											
Be	Piana fluvio-glaciale in destra e sinistra idrografica del torrente Lura, a morfologia sub-pianeggiante.	Depositi fluvio-glaciali costituiti da ghiaie poligeniche prevalentemente a supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, localmente a supporto clastico con matrice sabbioso-limosa. Profilo di alterazione poco evoluto. Presenza di sedimenti fini superficiali (limi sabbiosi con rari ciottoli). In profondità (oltre 2.7-3.3 m, localmente oltre 6 m) passaggio a sabbie ghiaiose limose e a ghiaie con ciottoli e sabbie.	U.C. 57 - MSN1 - suoli moderatamente profondi limitati da substrato pietroso, con scheletro abbondante, tessitura moderatamente grossolana negli orizzonti superficiali, grossolana negli orizzonti profondi, a reazione subacida, saturazione molto bassa, non calcareo, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.	Drenaggio delle acque generalmente buono in superficie e in profondità.	Terreni granulari da sottili a moderatamente addensati con discrete caratteristiche geotecniche fino a circa 2.7 - 3.3 m da p.c. Oltre tale profondità, terreni granulari da moderatamente addensati ad addensati e con miglioramento delle caratteristiche geotecniche. Superfiormente terreni coesivi con stato di consistenza da tenero a molto. Permeabilità da media ad elevata.	UNITA' A sabbie limose	2+11	18	da moderatamente addensato ad addensato	0,38+0,72	31+34	0		90+140	4+10	2,5+3
						UNITA' B sabbie e ghiaie localmente debolmente limose	10+24	18+19	da moderatamente addensato ad addensato	0,49+0,75	32+35	0		167+206	14+22	4,4+5
Bi	Piana fluvio-glaciale relativa al terrazzo alluvionale (più rilevati, a morfologia sub-pianeggiante o lievemente ondulata, con reticolo idrografico assente).	Depositi fluvio-glaciali costituiti da ghiaie a supporto di matrice sabbiosa e sabbioso-limosa. Localmente presenza di lenti di sabbie medio-grossolane. Profilo di alterazione superficiale moderatamente evoluto (circa 3 m). Copertura lessica di limi sabbiosi massili con rari ciottoli (1,0 - 2,5 m).	U.C. 54 - CRD1 - suoli molto profondi, a substrato calcareo e ghiaioso, con scheletro scarso, tessitura media, reazione subacida, saturazione molto bassa, drenaggio buono e permeabilità moderatamente bassa.	Drenaggio delle acque mediocre in superficie e buono in profondità.	Terreni granulari da moderatamente addensati ad addensati, con buone caratteristiche geotecniche a partire da circa 2.5-4 m da p.c. Superfiormente terreni coesivi, con stato di consistenza tenero, con scadenti caratteristiche geotecniche (entro 2.5 m da p.c.). Permeabilità media.	UNITA' C ghiaie sabbiose limose	21+35	19+20	da moderatamente addensato ad addensato	0,54+0,74	32+35	0		218+254	24+34	n.d.
						UNITA' A argille limose debolmente sabbiose	2+3	18	tenereo					13+20	85+120	3+5
						UNITA' B sabbie limose	5+12	18+19	da sciolto a moderatamente addensato	0,27+0,46	32+36	0		156+205	9+17	6+7
						UNITA' C ghiaie e sabbie	17+40	19+20	da moderatamente addensato ad addensato	0,51+0,71	32+36	0		233+306	24+40	n.d.

Figura 14 - Stralcio "Tav. 4: Caratteri geologico-tecnici" da P.G.T. Comune di Saronno anno 2012

Nello studio geologico comunale, dall'elaborazione di dati esistenti derivanti da indagini geognostiche disponibili, sono state definite tre unità con caratteristiche litologiche, pedologiche e geotecniche omogenee. In base a tale suddivisione, il sito di interesse ricade nell'area denominata Be le cui principali caratteristiche sono di seguito riportate.

#### Unità Be

**Caratteri morfologici:** l'unità costituisce la piana in destra e sinistra idrografica del torrente Lura a morfologia sub-pianeggiante.

**Caratteri litologici:** questa unità è costituita da depositi fluvio-glaciali comprendenti ghiaie poligeniche arrotondate prevalentemente a supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, localmente a supporto clastico con matrice sabbioso-limosa.

Profilo di alterazione poco evoluto. Presenza di sedimenti fini superficiali (limi sabbiosi con rari ciottoli). In profondità (oltre 2.7-3.3 m, localmente oltre 6 m) passaggio a sabbie ghiaiose limose e a ghiaie con ciottoli e sabbia.

**Pedologia:** U.C. 57 - MSN1 - suoli moderatamente profondi limitati da substrato pietroso, con scheletro abbondante, tessitura moderatamente grossolana negli



orizzonti superficiali, grossolana negli orizzonti profondi, a reazione subacida, saturazione molto bassa, non calcarei, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

Assetto geologico-tecnico: terreni granulari da sciolti a mediamente addensati con discrete caratteristiche geotecniche fino a circa 2.7-3.3 m da p.c.. Oltre tale profondità, terreni granulari da mediamente addensati ad addensati e con miglioramento delle caratteristiche geotecniche. Superiormente terreni coesivi con stato di consistenza da tenero a molle. Permeabilità da media ad elevata.

Drenaggio: drenaggio delle acque generalmente buono in superficie e in profondità.

Lo studio geologico comunale fornisce inoltre, sulla base dei risultati delle indagini disponibili, il modello geotecnico per le aree omogenee individuate. I valori riportati rappresentano rispettivamente il valore caratteristico (5° percentile) e la media della distribuzione statistica; per i parametri che mostrano distribuzioni dipendenti dalla profondità si indicano le leggi di variazione della media in funzione della profondità  $z$  [m].

### Area Be

#### UNITÀ A: sabbie limose

Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 2 \div 11$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 18$	kN/m <sup>3</sup>
Stato di addensamento	= da mediamente addensato ad addensato	
Densità relativa	$D_r = 0.38 \div 0.72$	
Angolo d'attrito efficace	$\varphi' = 31 \div 34$	°
Coesione efficace	$c' = 0$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 90 \div 140$	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E' = 4 \div 10$	MPa
Spessore (medio)	= $2.5 \div 3$	m

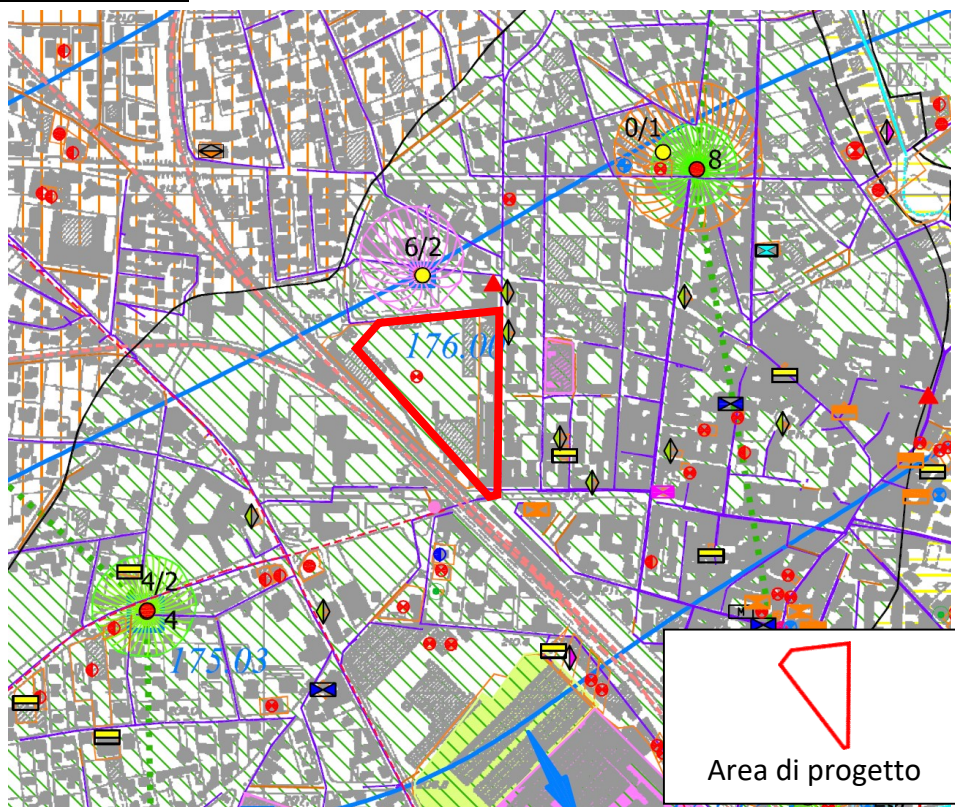
#### UNITÀ B: sabbie e ghiaie localmente debolmente limose

Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 10 \div 24$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 18 \div 19$	kN/m <sup>3</sup>
Stato di addensamento	= da mediamente addensato ad addensato	
Densità relativa	$D_r = 0.49 \div 0.75$	
Angolo d'attrito efficace	$\varphi' = 32 \div 35$	°
Coesione efficace	$c' = 0$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 167 \div 206$	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E' = 14 \div 22$	MPa
Spessore (medio)	= $4 \div 4.5$	m

#### UNITÀ C: ghiaie sabbioso limose

Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 21 \div 35$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 19 \div 20$	kN/m <sup>3</sup>
Stato di addensamento	= da mediamente addensato ad addensato	
Densità relativa	$D_r = 0.54 \div 0.74$	
Angolo d'attrito efficace	$\varphi' = 32 \div 35$	°
Coesione efficace	$c' = 0$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 218 \div 254$	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E' = 24 \div 34$	MPa
Spessore (medio)	= n.d.	

- **Carta idrogeologica**



Perimetro delle attività produttive e tipologia di attività

GRADO DI VULNERABILITA'						CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI
Ee	E	A	M	B	BB	
						Acquifero di tipo libero in materiale alluvionale con corso d'acqua (T. Lura) sospeso rispetto alla piezometrica media della falda; locali sequenze sommitali limose ridotte (spessore massimo di 1 m). Soggiacenza > 30 m
						Acquifero libero in materiale alluvionale in corrispondenza dei depositi fluvioglaciali del Sintersistema di Besnate, con sequenze sommitali limoso-sabbiose (spessore 0,5-1 m). Soggiacenza > 30 m
						Acquifero libero in materiali alluvionali del Sintersistema di Binago, protetto da sequenze sommitali limose mediamente spesse 2-3 m e da depositi fluvioglaciali parzialmente alterati. Soggiacenza > 30 m

EE:estremamente elevato E:elevato A:alto M:medio B:basso BB:molto basso

Autofornitura, concessionaria, elettrauto
Falegnameria, trattamento del legno, produzione mobili
Carpenteria, torneria, metallurgia, officina meccanica, elettromeccanica
Autotrasporti e rimessaggi
Produzione materie plastiche
Autodemolizioni, rottamazione, depositi ferrosi
Concerie, fabbricazione e trattamento pellami
Industria chimica di base e in genere
Lavorazione carni, macelli, industria alimentare, produzione mangimi
Industria fotografica, laboratori fotografici, fotoincisione
Lavorazione fibre tessili, laboratorio tessile, fibre sintetiche
Azienda zootecnica, allevamenti di bestiame
Azienda agricola
Produzione di vernici, pitture e smalti
Produzione ed uso inchiostri per stampa, tipografia, tipolitografia
Lavanderia a secco
Trattamento e ricopertura metalli e plastiche (galvaniche, zincature, sgrassaggio)
Fiorovivaista, coltivazioni in genere
Industria elettronica, componenti elettronici e circuiti stampati
Industria elettrica ed elettromeccanica, automatismi
Lavorazione di cellulosa, carta e cartone, produzione imballaggi
Produzione di cemento, calce, gesso e relativi manufatti, inerti da scavo
Industria cosmetica, detergenti
Siderurgia (ghisa e acciaio)
Deposito, vendita, distribuzione gas metano
Distributore di carburante e/o autolavaggio
Verniciatura (carrozzerie e verniciature artigianali)
Trasporto, deposito, trattamento rifiuti pericolosi, pittura fusti e bidoni
Stampaggio materie plastiche

Figura 15 - Stralcio "Tav. 2: Idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero" da P.G.T. Comune di Saronno anno 2012

Dallo studio della carta idrogeologica riportata, si evince che la zona di interesse per il progetto ricade nella seguente area:

Area di affioramento del Supersintema di Besnate: acquifero libero in materiale alluvionale in corrispondenza dei depositi fluvioglaciali del Supersintema di Besnate, con sequenze sommitali limoso-sabbiose (spessore 0.5-1 m).

Soggiacenza superiore a 30 m.

*Grado di vulnerabilità: **elevato**;*

La vulnerabilità integrata considera, oltre alle caratteristiche naturali, la pressione antropica esistente sul sito, ed in particolare la presenza di "centri di pericolo", definibili come attività o situazioni non compatibili nella zona di rispetto dei pozzi ad uso potabile, ai sensi dell'art. 94 del D.Lgs. 152/2006 e della d.g.r. n. 7/12693 del 10 aprile 2003.

L'intera area destinata al nuovo polo infrastrutturale, secondo quanto riportato nella parte di legenda in cui sono indicati i "Produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei", è perimetrata come area interessata da attività produttive di tipo "Carpenteria, torneria, metallurgia, officina meccanica, elettromeccanica".

L'area investigata è compresa tra le isopiezometriche (al Settembre 2009) 174-176 m s.l.m.; il sito di ns. stretto interesse si trova a circa 211 m s.l.m., quindi oltre 30 m al di sopra della stessa; si specifica inoltre che non è stata rilevata presenza di falda nel piezometro installato in uno dei fori di sondaggio realizzati profondo 20 m da p.c.

## **6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO**

L'ambito territoriale in cui si inserisce l'area oggetto di studio, definito come "alta pianura lombarda", si posiziona nel settore di transizione tra la pianura lombarda e la zona collinare pedemontana.

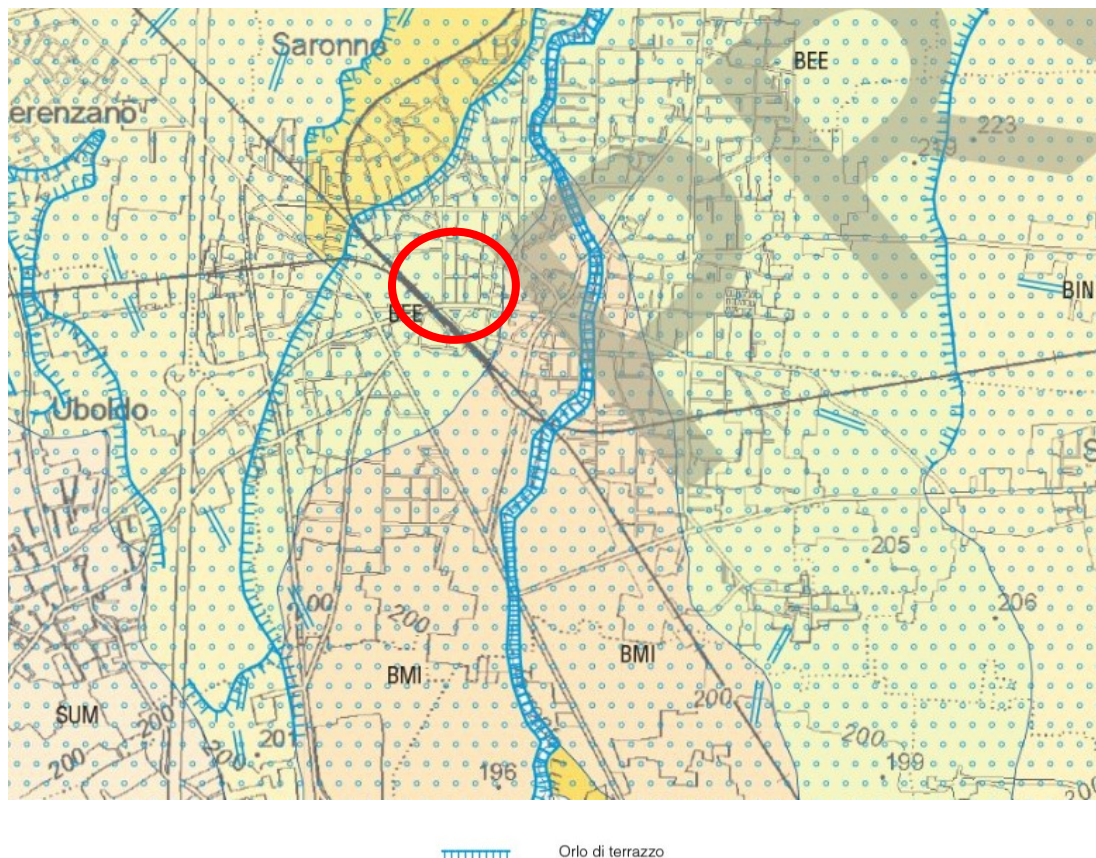
Le forme del paesaggio derivano dall'evoluzione dei grandi fronti glaciali del Pleistocene, a cui sono seguite fasi erosionali di ambiente fluviale, pleistoceniche ed oloceniche, che hanno alterato i terreni superficiali in modo proporzionale rispetto al tempo di esposizione. Le dinamiche erosive hanno determinato la formazione di terrazzi che, insieme ai rilievi morenici, definiscono l'assetto morfologico del territorio.

L'area d'interesse, dal punto di vista altimetrico, è impostata ad una quota media di circa 211 m s.l.m..

Essa è ubicata nell'area del terrazzo "Saronno"; questo comprende la quasi totalità del centro urbano di Saronno e presenta una morfologia marcatamente pianeggiante, con deboli pendenze, indicanti un ambiente deposizionale legato alle alluvioni del torrente Lura.

Dal punto di vista geologico l'area è descritta a scala regionale nel foglio n.096 "Seregno" della CGI (Carta Geologica D'Italia) alla scala 1:50.000, di cui si riporta nella pagina seguente uno stralcio non in scala, ed in maggior dettaglio nella Tav. 1 "Geologia e geomorfologia" alla scala 1: 10.000 dello studio geologico a corredo del vigente PGT comunale, in cui stralcio è riportato nella presente relazione nel capitolo "Inquadramento all'interno del PGT".





#### SUPERSINTEMA DI BESNATE

Diamicton massivi a supporto di matrice: depositi glaciali. Ghiaie stratificate a supporto di clasti o a supporto di matrice: depositi fluvioglaciali. Profilo di alterazione poco evoluto su spessori di circa 4 metri, con mediamente il 50% dei clasti alterati. Morfologie conservate.

**UNITÀ DI BULGAROGROSSO (BXE):** diamicton massivi a supporto di matrice e clastico: *till* di ablazione. Diamicton massivi a supporto di matrice, sovraconsolidati: *till* di alloggiamento. Ghiaie a supporto di matrice e localmente a supporto clastico, ghiaie a supporto di matrice, debolmente stratificate e gradate: depositi fluvioglaciali. Colore della matrice 10YR, 2.5Y e 5Y. Profilo di alterazione poco evoluto su spessori di circa 2 metri, con mediamente il 40% dei clasti alterati. Morfologie poco conservate e frammentate da successivo 'evento glaciale'.

**UNITÀ DI MINOPRIO (BMI):** diamicton massivi a supporto di matrice, debolmente compatti; ghiaie massive a supporto clastico e localmente a supporto di matrice: *till* di ablazione. Diamicton massivi a supporto di matrice, sovraconsolidati, diamicton massivi a supporto clastico, sovraconsolidati, ghiaie massive a supporto di matrice, addensate: *till* di alloggiamento. Limi massivi debolmente compatti con clasti mediamente millimetrici: *till* di colata. Limi argillosi laminati, sabbie fini limose e limi sabbiosi laminati, con clasti annegati pluricentrici: depositi glaciolacustri. Ghiaie massive a supporto di matrice sabbiosa debolmente limosa; ghiaie e ghiaie sabbiose massive a supporto clastico; diamicton massivi a supporto clastico con matrice interstiziale; sabbie fini limose con clasti centimetrici: depositi fluvioglaciali. Colore della matrice 10YR e 2.5Y. Profilo di alterazione poco evoluto su spessori di 1 metro, con mediamente il 30-40% dei clasti alterati. Morfologie poco conservate.

**UNITÀ DI CADORAGO (BEE):** diamicton massivi a supporto di matrice: *till* di ablazione. Diamicton massivi a supporto di matrice, sovraconsolidati: *till* alloggiamento. Ghiaie medio fini a supporto di matrice, diamicton massivi a supporto di matrice: depositi di contatto glaciale. Ghiaie medio grossolane massive, debolmente stratificate a supporto sia di matrice sia clastico, sabbie medio fini massive con clasti: depositi fluvioglaciali. Limi argillosi laminati: depositi glaciolacustri. Colore della matrice generalmente 10YR, localmente 7.5YR 2.5Y. Profilo di alterazione poco evoluto su spessori di circa 2 metri, con mediamente il 40% dei clasti alterati. Morene a morfologie ben conservate e ampie piane fluvioglaciali.

**UNITÀ DI SUMIRAGO (SUM):** ghiaie a stratificazione orizzontale, gradate; sabbie limose massive: depositi fluvioglaciali. Colore della matrice 2.5Y e 10YR. Profilo di alterazione spesso circa 4 metri con più del 50% dei clasti alterati. Morfologie conservate con ampie piane fluvioglaciali.

**UNITÀ DI GUANZATE (BEZ):** diamicton massivi a supporto di matrice: depositi glaciali. Ghiaie massive e localmente isorizante a supporto di matrice: depositi fluvioglaciali. Colore della matrice 10YR localmente 2.5YR e 7.5YR verso la sommità del profilo. L'alterazione interessa mediamente il 50% dei clasti. Massima avanzata dei ghiacciai 'Besnate' con morene a morfologie conservate e ampie piane fluvioglaciali.

PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE

Figura 16 - Stralcio Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (CARG) e della relativa legenda – Foglio 069 "Seregno".

Il settore è caratterizzato dalla presenza di una successione neogenico-quadernaria, appartenente ai sistemi deposizionali glaciali e fluvioglaciali suddivise in diverse unità.

I terreni presenti nell'area di studio appartengono al Supersintema di Besnate – Unità di Cadorago.

Il Supersintema di Besnate è rappresentato nel territorio in esame da depositi fluvioglaciali che sono costituiti da ghiaie poligeniche prevalentemente a supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, localmente a supporto clastico con matrice sabbioso-limosa.

Il grado di alterazione è medio e colpisce circa dal 20 al 35% dei clasti che si presentano da decarbonatati ad argillificati (clasti carbonatici) e da fragili ad arenizzati (clasti cristallini).

Nella parte superiore sono in genere presenti suoli e sedimenti fini (limi sabbiosi massivi con rari clasti sparsi)

– copertura loessica - per uno spessore variabile tra 0.5 e 1 metro.

## **7 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO**

Per quanto concerne l'idrografia superficiale l'area oggetto di studio non è interessata dalla presenza di corsi d'acqua. Nel territorio comunale di Saronno, l'unico corso d'acqua presente è il Torrente Lura, che appartiene al reticolo idrico principale e attraversa la porzione centrale di Saronno con direzione N-S per una lunghezza di circa 4 Km.

Da quanto appreso dallo studio geologico del PGT, sulla base dell'esame delle cartografie ufficiali (IGM, CTR), delle carte catastali e del rilievo aerofotogrammetrico, il territorio comunale di Saronno è sprovvisto di reticolo idrografico minore.

Dal punto di vista idrogeologico, da quanto appreso dalla bibliografia specialistica e facendo riferimento a quanto contenuto nella relazione geologica del PGT comunale, si riconoscono nel sottosuolo varie unità idrogeologiche, distinguibili per la loro omogeneità di costituzione e di continuità orizzontale e verticale, sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie di pozzi esistenti.

Le unità idrogeologiche individuate sono descritte di seguito, dalla più superficiale alla più profonda:

### **- UNITÀ GHIAIOSO-SABBIOSA**

È costituita da depositi in facies fluvioglaciale e fluviale caratterizzati in prevalenza da ghiaie eterometriche, sabbie e ciottoli, con subordinate intercalazioni di conglomerati e di argille e limi sabbiosi privi di continuità laterale.

Negli strati più superficiali del sottosuolo si riscontrano localmente livelli di argille bruno-rossastre e ghiaie limoso-argillose da poco a molto alterate con spessori estremamente variabili (0-20 m) in funzione del grado di erosione complessivo dell'area. Ciò condiziona il grado di protezione degli acquiferi dalle infiltrazioni provenienti dalla superficie. L'unità è presente con continuità in senso orizzontale e verticale raggiungendo uno spessore complessivo da 70 a oltre i 100 m.

È sede dell'acquifero superiore di tipo libero e localmente semiconfinato con soggiacenza media di circa 30-35 m dal p.c., tradizionalmente utilizzato dai pozzi di captazione a scopo idropotabile.

L'acquifero superiore contenuto in tale unità è caratterizzato da elevato grado di vulnerabilità ad eventuali inquinamenti provenienti dalla superficie in quanto sono assenti o poco sviluppati livelli superficiali a bassa permeabilità eventualmente limitanti la diffusione di inquinanti idroveicolati.

### **- UNITÀ ARGILLOSO-GHIAIOSA**

È costituita da depositi in facies marina e transizionale ad argille e limi argillosi grigi arealmente continui, a cui si intercalano livelli ghiaiosi, sabbiosi e conglomeratici, sede di falde idriche intermedie e profonde di tipo confinato e semiconfinato.

Gli acquiferi dell'unità presentano un basso grado di vulnerabilità intrinseca essendo delimitati a tetto da livelli a bassa permeabilità arealmente continui con funzione di protezione dalle contaminazioni superficiali.

L'isolamento degli acquiferi profondi rispetto all'acquifero superficiale viene generalmente confermato dalle buone caratteristiche qualitative delle acque captate.

- UNITA' DELLE ARGILLE PREVALENTI

E' considerata la base impermeabile delle strutture idrogeologiche di interesse acquedottistico. L'unità è costituita da depositi in facies marina e/o transizionale caratterizzati da argille prevalentemente di colore grigio, talvolta fossilifere, a cui si intercalano localmente livelli ghiaioso-sabbiosi di debole spessore, sede di rari acquiferi di tipo confinato a scarsa produttività.

Nello studio geologico comunale la caratterizzazione idrogeologica sopracitata è stata posta a confronto con la suddivisione delle unità idrostratigrafiche introdotta da Avanzini M., Beretta G.P., Francani V. e Nespoli M, 1994; tali unità sono state recentemente riclassificate nello studio "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia" condotto tra il 1999 e il 2002 dalla Regione Lombardia in collaborazione con Eni – Divisione Agip in nuove unità idrostratigrafiche, derivanti dalla ricostruzione di un modello geologico della pianura a scala regionale attraverso l'interpretazione di dati sismici e stratigrafici.

Sulla base delle profondità e delle caratteristiche litologiche desunte dallo studio Regione Lombardia – Eni, si è pertanto riconosciuto la coincidenza della unità 3 con l'insieme dei gruppi acquiferi A+B, dell'unità 2 con il gruppo acquifero C e dell'unità 1 con il gruppo acquifero D. ciò è sintetizzato nella tabella di seguito riportata, tratta dalla Tav. 3 "Sezioni idrogeologiche" dello studio geologico del PGT comunale.

CLASSIFICAZIONE DELLE UNITA' GEOLOGICHE a scala regionale (fonte dati: "Geologia degli Acquiferi Padani" Regione Lombardia, Eni - Divisione Agip)		CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE a scala locale
ACQUIFERO SUPERIORE	<b>A</b> <b>B</b> <b>GRUPPO ACQUIFERO A - GRUPPO ACQUIFERO B</b> <b>Ghiaie e ghiaie grossolane in matrice sabbiosa con</b> <b>intercalazioni di conglomerati</b> <i>Ambiente di deposizione: continentale fluviale braided</i>	<b>3</b> <b>UNITA' DELLE GHIAIE E SABBIE PREVALENTI</b> <b>Ghiaie con ciottoli e sabbie pulite passanti localmente a</b> <b>ghiaie argillose, conglomerati e intercalazioni argillose</b> <i>Acquifero superiore libero (soggiacenza di 18-40 m), localmente semiconfinato</i>
	<b>C</b> <b>GRUPPO ACQUIFERO C</b> <b>Ghiaie sabbiose e ghiaie argillose con sottili</b> <b>intercalazioni di argille</b> <i>Ambiente di deposizione: continentale/transizionale deltizio</i>	<b>2</b> <b>UNITA' DELLE ALTERNANZE GHIAIOSO-ARGILLOSE</b> <b>Alternanze di ghiaie e sabbie e livelli arealmente continui</b> <b>di argille;</b> <i>Acquiferi di tipo confinato nei livelli permeabili</i>
ACQUIFERI PROFONDI	<b>D</b> <b>GRUPPO ACQUIFERO D</b> <b>Limi ed argille con subordinate intercalazioni di</b> <b>sabbie. Presenza di livelli torbosi e fossiliferi.</b> <i>Ambiente di deposizione: continentale/transizionale deltizio</i>	<b>1</b> <b>UNITA' DELLE ARGILLE PREVALENTI</b> <b>Depositi fini (argillosi e limosi) a cui si intercalano</b> <b>localmentelivelli ghiaioso-sabbiosi. Presenza di locali</b> <b>livelli fossiliferi.</b> <i>Rari acquiferi profondi confinati negli strati più permeabili</i>

Figura 17 – Tabella in Tav. 3 "Sezioni idrogeologiche" del PGT del Comune di Saronno, anno 2012

Nella carta "Idrogeologia e di vulnerabilità dell'acquifero" dello studio geologico del PGT di Saronno per l'area in esame, appartenente all'"Area di affioramento del Supersintema di Besanate", è indicato un grado di vulnerabilità "Alto". La redazione del suddetto elaborato grafico tiene conto di due differenti elaborati: la carta della vulnerabilità intrinseca e la mappa dei centri di pericolo e dei soggetti recettori dell'inquinamento. Per ulteriori approfondimenti sul tema si rimanda alla relazione dello studio geologico del PGT comunale.

In merito alla piezometria, in base a quanto indicato nella suddetta "Carta idrogeologica e della vulnerabilità dell'acquifero" del PGT comunale con riferimento a dati di settembre 2009, l'area investigata è compresa tra le isopiezometriche 174-176 m s.l.m.; il sito di stretto interesse si trova



a circa 211 m s.l.m., quindi oltre 30 m al di sopra della stessa; si specifica inoltre che non è stata rilevata presenza di falda nel piezometro installato in uno dei fori di sondaggio realizzati, profondo 20 m da p.c..

## **8 RISCHIO LIQUEFAZIONE**

Con il termine “Liquefazione” si intendono i fenomeni che danno luogo alla perdita di resistenza a taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni incoerenti e saturi, sollecitati da azioni transitorie e ripetute che agiscono in condizioni non drenate.

Tali fenomeni sono legati allo sviluppo di sovrappressioni neutre che, se positive, causano una riduzione dello stato di confinamento efficace a cui il terreno è sottoposto.

La liquefazione può svilupparsi con due meccanismi diversi:

- il primo è definito “flow liquefaction” o fluidificazione, ed avviene quando le tensioni richieste per assicurare le condizioni di equilibrio statico sono maggiori della resistenza a taglio del terreno, ne consegue che una volta avviate, le deformazioni prodotte dalla flow liquefaction possono essere causate da tensioni applicate staticamente;
- il secondo è quello della “mobilità ciclica” che si verifica quando le tensioni di taglio necessarie all’equilibrio statico sono minori della resistenza del terreno, di conseguenza, le deformazioni si sviluppano in maniera incrementale durante un terremoto, perché causate da tensioni di taglio applicate in maniera statica e ciclica.

Il fenomeno si manifesta attraverso: (1) oscillazioni del terreno durante l’evento sismico; (2) deformazioni post-sismiche; (3) eventuale sviluppo di bolle di sabbia prodotte dal flusso idraulico dal basso verso l’alto che si genera per dissipare le sovrappressioni neutre indotte dal terremoto.

Generalmente, la pericolosità della liquefazione è associata alla presenza di terreni sabbioso-limosi saturi, di plasticità e densità basse. I terreni coesivi, specialmente con una frazione argillosa maggiore del 15%, non sono considerati suscettibili alla liquefazione. La liquefazione si presenta invece in sabbie incoerenti, nei limi ed in alcuni depositi di ghiaia, di età olocenica o tardo pleistocenica e nelle zone dove la falda è a profondità non maggiore di 15 metri dal piano campagna. Alcuni terreni ghiaiosi sono vulnerabili alla liquefazione se incapsulati da terreni impermeabili che impediscono la dispersione veloce delle sovrappressioni neutre indotte dai terremoti.

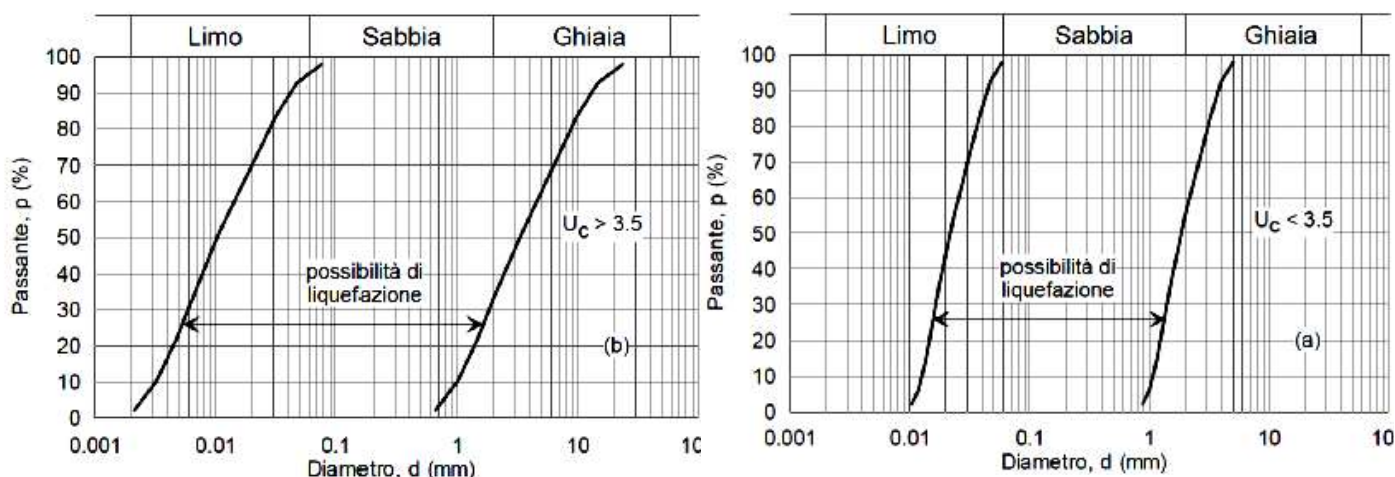
Per essere suscettibili alla liquefazione, i terreni potenzialmente liquefacibili devono essere praticamente saturi.

In generale, i rischi di liquefazione sono più severi per i terreni presenti nei primi 15 metri a partire dal piano campagna.

In base a quanto prescritto nelle “Norme tecniche delle costruzioni 2018”, il sito deve essere stabile nei confronti del fenomeno della liquefazione, intendendo con questo termine la diminuzione di resistenza a taglio causata dall’aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico o durante una generica sollecitazione da azione ciclica o dinamica. Tale fenomeno è indubbiamente di rilevante importanza in quanto, qualora si verificasse, potrebbe comportare un aumento delle pressioni interstiziali fino all’annullamento degli sforzi efficaci. È necessario procedere alla verifica di suscettibilità alla liquefazione nel caso di terreni saturi o quando lenti di materiale poco permeabile implicino condizioni non drenate per il sistema.

A norma di legge la verifica a liquefazione può essere omessa se almeno una delle seguenti condizioni è soddisfatta:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella prima figura sotto riportata (Figura. 7.11.1(a) NTC-18) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e nella seconda figura di seguito riportata (Figura 7.11.1(b) NTC-18) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

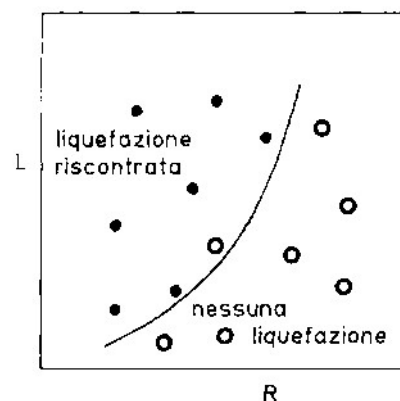


I metodi semplificati di valutazione del rischio sismico di liquefazione da prove in sito sono di tipo storico-empirico in quanto utilizzano una base dati di informazioni sul comportamento osservato di siti sabbiosi in occasione di terremoti storici.

La base dati consente di rappresentare, in un grafico avente per ascissa un parametro di resistenza alla liquefazione  $R$  e in ordinata un parametro di carico sismico  $L$ , i punti rappresentativi dei casi storici utilizzando simboli differenti a seconda che si siano osservati fenomeni di liquefazione oppure no.

E' quindi possibile tracciare una linea di separazione fra la zona in cui ricadono i punti rappresentativi di siti liquefatti e la zona in cui ricadono i punti rappresentativi di siti non liquefatti.

Il parametro di resistenza alla liquefazione, denominato CRR (Cyclic Resistance Ratio), è desunto dai risultati della prova in sito, e può quindi essere una funzione dell'indice  $N_{spt}$ , o della resistenza



penetrometrica di punta qc.

Il parametro di carico sismico è il rapporto di tensione ciclica CSR, stimato sulla base di considerazioni teoriche ed empiriche dalle caratteristiche del terremoto, magnitudo e accelerazione di picco in superficie.

La curva tracciata sul grafico fornisce, per un assegnato valore del carico sismico atteso, il valore di resistenza minima per la quale si sono osservati in passato fenomeni di liquefazione, e quindi consente di valutare la sicurezza in termini di rapporto fra la resistenza misurata nel sito da verificare e resistenza minima necessaria per la stabilità.

Il fattore di sicurezza FS, nella verifica di resistenza alla liquefazione di un livello di terreno è dunque per definizione il rapporto fra la capacità di resistenza alla liquefazione, espressa in termini di rapporto di resistenza ciclica,  $R = CRR$  e la domanda di resistenza alla liquefazione, espressa in termini di rapporto di tensione ciclica,  $L = CSR$ , ovvero:

$$FS = R/L = CRR/CSR$$

Pertanto per stimare il fattore di sicurezza FS occorre valutare separatamente le due variabili CSR e CRR.

Il parametro di carico sismico, ovvero il profilo del rapporto di tensione ciclica equivalente ad un terremoto di magnitudo 7.5, può essere stimato con la seguente equazione semiempirica proposta da Seed e Idriss (1971):

$$CSR = \left( \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} \right) = 0.65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left( \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \right) \cdot r_d$$

- $a_{max}$  è il picco di accelerazione orizzontale in superficie prodotto dal terremoto;
- $g$  è l'accelerazione di gravità;
- $\sigma_{vo}$  e  $\sigma'_{vo}$  sono rispettivamente le tensioni verticali litostatiche totale ed efficace;
- $r_d$  è un coefficiente di riduzione delle tensioni.

Il coefficiente  $r_d$ , introdotto per tenere conto in modo approssimato della flessibilità del profilo di terreno, decresce con la profondità ed è funzione delle condizioni stratigrafiche e geotecniche. Nelle procedure semplificate di calcolo si assume che  $r_d$  vari solo con la profondità.

In particolare:

- $r_d = 1 - 0.00765 \cdot z$  (per  $z \leq 9.15$  m)
- $r_d = 1.174 - 0.0267 \cdot z$  (per  $9.15 < z \leq 23$  m)
- $r_d = 0.774 - 0.008 \cdot z$  (per  $23 < z \leq 30$  m)
- $r_d = 0.5$  (per  $z > 30$  m)

in cui  $z$  è la profondità in metri dal piano campagna.

Il valore del picco di accelerazione al sito  $a_{max}$  è assunto pari a  $ST \cdot SS \cdot a_g$ , dove  $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima allo SLV su sito di riferimento rigido.

Nel caso in esame, dal momento che il sito di interesse ricade in area sismica 4 con  $a_{gmax}$  di 0,041878, quindi minore di 0.1 g, che non è stata rinvenuta falda nell'ambito delle profondità investigate (20 m da p.c.) e che, dalla consultazione della cartografia ufficiale (Carta idrogeologica del PGT), la circolazione idrica principale risulta ubicata ad oltre 30 m dal p.c., si omette la verifica alla liquefazione essendo verificati 2 requisiti di esclusione.

## **TERZA PARTE: RELAZIONE SISMICA**

### **1 CLASSIFICAZIONE SISMICA**

Per quanto concerne la classificazione sismica della regione Lombardia il 10 Aprile 2016 sono divenuti efficaci la nuova zonazione sismica (DGR 2129/2014), la LR 33/2015 in materia di costruzioni in zona sismica e, il 30 marzo 2016, la Giunta regionale ha approvato le linee d'indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (DGR 5001/2016).

La delibera di giunta regionale del 11 luglio 2014 - n. X/2129 ha approvato la nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione Lombardia, classificando il comune di Saronno come zona sismica 4 con un valore di  $a_{gmax}$  di 0,041878.

<b>Zona sismica</b> <b>4</b>	<b>Zona con pericolosità sismica molto bassa.</b> E' la zona meno pericolosa dove le possibilità di danni sismici sono basse.
---------------------------------	--

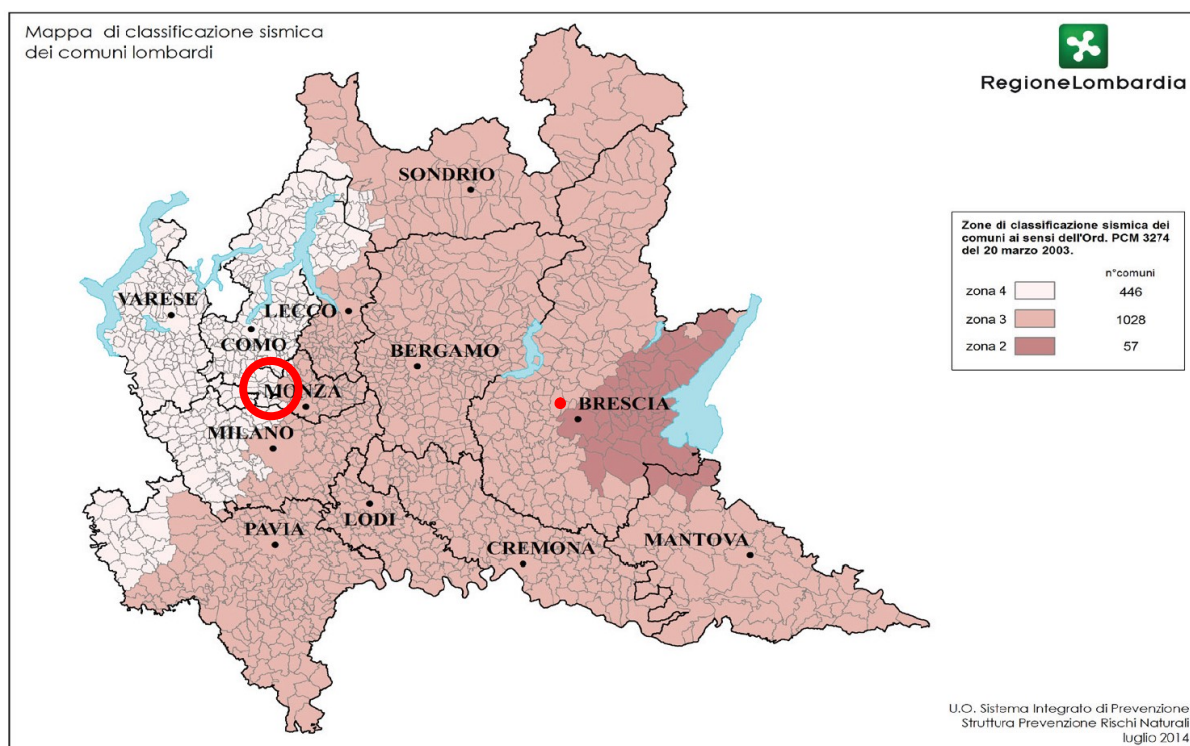


Figura 18 Mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi - Regione Lombardia

Il Database Macrosismico Italiano DBMI15, che raggruppa un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2019, raccoglie la storia sismica del Comune di Saronno, consultabile al link [https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query\\_place/](https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/), di cui si riporta la tabella riepilogativa.

Nella colonna dell'intensità macrosismica (Int.), quando le informazioni disponibili non sono state considerate sufficienti per stimare un'intensità, sono stati adottati dei codici descrittivi, come NF: Non percepito – HF: Percepito distintamente – F: Percepito (Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S.,

Antonucci A. (2021). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.3>.

### Saronno

PlaceID	IT_10529
Coordinate (lat, lon)	45.628, 9.034
Comune (ISTAT 2015)	Saronno
Provincia	Varese
Regione	Lombardia
Numero di eventi riportati	5

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1908	05	24	08	37		Piemonte centro-settentrionale	36	4	4.10
F	1951	05	15	22	54		Lodigiano	179	6-7	5.17
2	1960	03	23	23	10		Vallese	178	7	5.00
4	1983	11	09	16	29	52	Parmense	850	6-7	5.04
F	2008	12	23	15	24	2	Parmense	291	6-7	5.36

Figura 19 Tabella riepilogativa della storia sismica di Saronno.

## 2 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Come riportato nelle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI, approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, che sostituiscono quelle approvate con il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008<sup>1</sup>, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), come definita al § 3.2.2 delle NTC 2018, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento VR, come definito nel § 2.4 delle suddette norme.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- **$a_g$** : accelerazione orizzontale massima al sito;
- **$F_0$** : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **$T_c^*$** : valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

<sup>1</sup> Il riferimento agli allegati A e B del Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti è richiamato nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.



Sul sito web del progetto nazionale S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>) è disponibile la mappa di pericolosità sismica, introdotta dall'OPCM n.3519/2006 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>), in termini di accelerazione massima orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s30} > 800$  m/s.



### Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

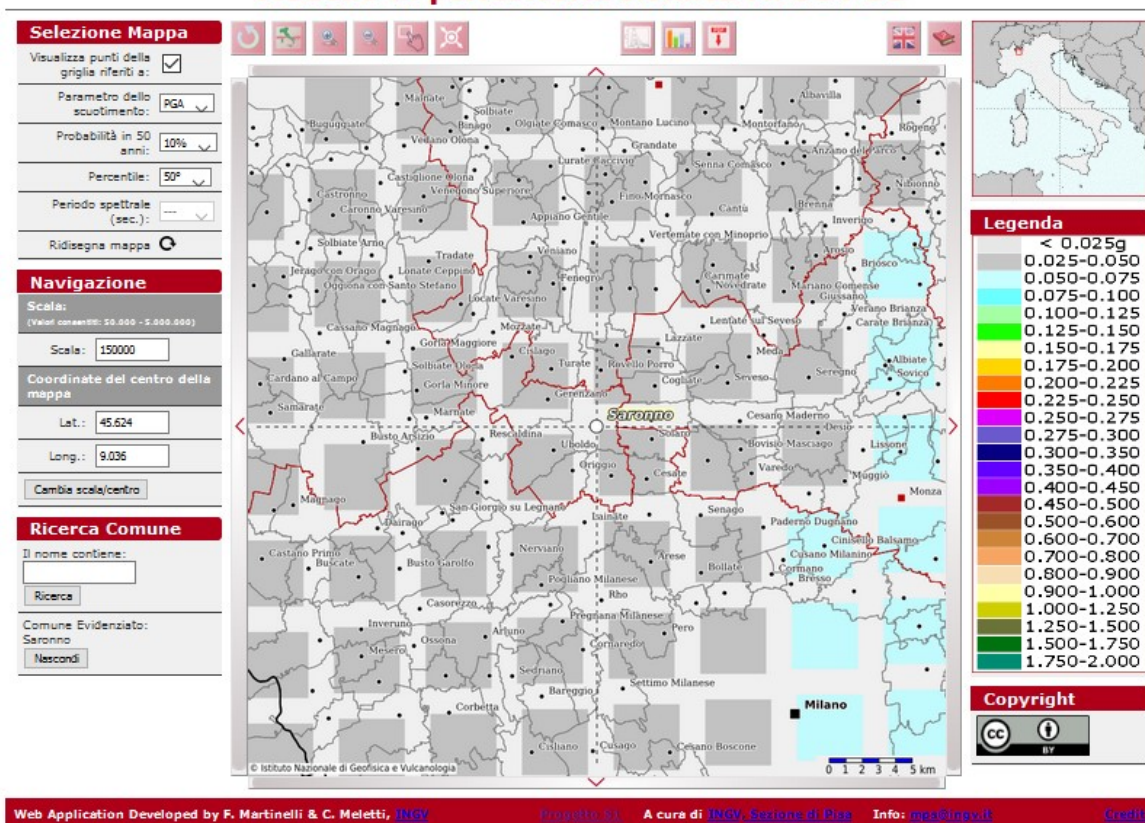


Figura 20 Visualizzazione dei valori di pericolosità sismica espressi in termini di accelerazione orizzontale massima del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s).

Secondo tale mappatura, il territorio in oggetto ricade nella classe di accelerazione massima orizzontale del sottosuolo 0.025 – 0.050  $a_g$ .

### 3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC 2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella riportata nella pagina seguente, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS.

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per quanto concerne l'elaborazione per l'individuazione della categoria di sottosuolo dai dati di velocità delle onde  $S$ , le recenti NTC 2018 (par. 3.2.2) demandano tale valutazione al progettista geotecnico.

Tuttavia, al fine di agevolare tale elaborazione, si riporta a titolo indicativo la valutazione della  $V_{S,30}$  scaturente dall'indagine MASW e la relativa categoria di sottosuolo, deducibile dalla tabella fornita dalle NTC per l'approccio semplificato, e di seguito riportata.

Categoria	Caratteristiche del sottosuolo
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	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.
C	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.
D	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 tra 100 e 180 m/s.
E	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.

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle NTC 2018. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

L'elaborazione dei dati delle indagini sismiche MASW, ha permesso di calcolare, a partire dal p.c., il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,30 che è risultato pari a **366 m/s**.

Nel caso in esame i risultati dell'indagine MASW indica la presenza di 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, ovvero ricadenti nella categoria di sottosuolo "B"; si evidenzia che il valore ottenuto è "border line" con la categoria "C" per cui si raccomanda, in fase esecutiva, un approfondimento dell'indagine o l'utilizzo nei calcoli della categoria più cautelativa.

#### **4 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE**

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione di seguito riportata (tab. 3.2.III Categorie topografiche - NTC18).

<u>Categoria</u>	<u>Caratteristiche della superficie topografica</u>
------------------	---

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

Considerata la morfologia del sito di progetto, la categoria topografica è pari a **T1**.



## 5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le presenti relazioni preliminari geologica e sismica sono state redatte a corredo del progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo agli “Interventi per la riorganizzazione del nuovo polo infrastrutturale tecnologico manutentivo” della stazione ferroviaria di Saronno Centro (VA), sulla scorta delle indagini geognostiche, in sito ed in laboratorio, e geofisiche realizzate come indicato dalla Committente, unitamente all'esame della documentazione bibliografica.

Considerata l'estensione dell'area di progetto (complessivamente un'area di circa 36.400 mq.) e la complessità dell'intervento che, come descritto in seguito, prevede ricostruzioni parziali e totali di edifici presenti all'interno del Polo infrastrutturale tecnologico – manutentivo, si rimanda ad una fase più avanzata della progettazione per un approfondimento di dettaglio, mediante un'ulteriore campagna d'indagini geognostiche. Pertanto l'indagine geognostica propedeutica dovrà essere approfondita con indagine integrativa, comprendente sondaggi, prove ed installazione di strumentazione in foro di sondaggio, prove di laboratorio geotecnico su campioni indisturbati, ed indagini geofisiche, per dettagliare al meglio la caratterizzazione delle litologie che interferiscono con il progetto.

Dalla consultazione della componente geologica, idrologica e sismica del Piano di Governo del Territorio approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 27 del 15/06/2013, è emerso che il territorio di Saronno, situato in **zona sismica 4** con un valore di **agmax** di **0,041878**, rientra nella **classe di fattibilità geologica 2b** - fattibilità con modeste limitazioni. Come già riportato nella presente relazione nel capitolo relativo all'inquadramento del PGT, le “Norme Geologiche di Piano” indicano per tale classe

Tipo di intervento ammissibile: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 27 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 “*Legge per il governo del territorio*”), nel rispetto delle normative vigenti.

Nel caso in cui, sussista in concomitanza la fascia di rispetto del torrente Lura (cfr. Tav. 6 –Vincoli), vanno considerate le limitazioni previste dal regolamento comunale di polizia idraulica, che fa riferimento al R.D. 523/04 artt. 59, 96, 97, 98 e alla d.g.r. 7/7868/2002 e s.m.i., vigente al momento di redazione dello studio, ora sostituita dalla d.g.r. 25 ottobre 2012 n. IX/4287.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: si rende necessaria la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio (RG) e l'esecuzione di prove geotecniche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT); in particolare dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) nel caso di opere di tipo 3, 4 5, 6 al fine di prevedere le opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere. Le indagini geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera (secondo quanto indicato nell'art. 2 delle Norme geologiche di Piano).

La modifica di destinazione d'uso di aree esistenti inserite in zona “produttiva” necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene (ISS); qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 “*Norme in materia ambientale*” (Piano di Caratterizzazione Ambientale/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Interventi da prevedere in fase progettuale: quale norma generale per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere, già in fase progettuale, saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE-CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione del suolo ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i..

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 di nuova previsione, a mezzo di approfondimento di 3° livello.

Per quanto concerne gli altri tematismi affrontati dal PGT, si è ricavato quanto segue:

**Carta di Pericolosità Sismica Locale (PSL)** : Nell'elaborato grafico consultato non sono indicati, per l'intero territorio comunale, scenari di Pericolosità Sismica Locale.

**Carta dei Vincoli** : nell'area oggetto di studio non è stato perimetrato alcun vincolo.

**Carta di Sintesi** : il sito di studio ricade in un'area denominata "Be" e così descritta:

**Area Be**

Caratteristiche litotecniche e vulnerabilità dell'acquifero:

Ghiaie poligeniche sabbiose e/o sabbioso-limose poco alterate. Presenza di sedimenti fini superficiali costituiti da limi sabbiosi con rari ciottoli. In profondità passaggio a sabbie ghiaiose limose e a ghiaie con ciottoli e sabbia.

Vulnerabilità di grado alto.

Problematiche specifiche:

Possibile presenza di terreni con scadenti/discrete caratteristiche portanti mediamente entro 2.7-3.3 m di profondità, localmente fino a 6 m. Possibile presenza di terreni coesivi superficiali con stato di consistenza da tenero a molle.

**Carta Geologica e geomorfologica:** il sito oggetto di studio si trova in un'area di depositi fluvioglaciali appartenenti al Supersintema di Besnate, costituiti da ghiaie poligeniche prevalentemente a supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, localmente a supporto clastico con matrice sabbioso-limosa.

Nell'area oggetto di studio non si evidenzia la presenza di elementi geomorfologici.

**Carta Idrogeologica:** la zona di interesse ricade in "Acquifero libero in materiale alluvionale in corrispondenza dei depositi fluvioglaciali del Supersintema di Besnate, con sequenze sommitali limoso-sabbiose (spessore 0.5-1.0 m). Soggiacenza superiore a 30 m. Grado di vulnerabilità: elevato.

Le isopiezometriche collocano la circolazione idrica principale a 174-176 m s.l.m.; il sito di stretto interesse si trova a circa 211 m s.l.m., quindi oltre 30 m al di sopra della stessa. Si specifica inoltre che non è stata rilevata presenza di falda nel piezometro installato in uno dei fori di sondaggio realizzati profondo 20 m da p.c..

Dal punto di vista geologico l'area ricade nel foglio 096 della Carta Geologica d'Italia 1:50.000 "Seregno", dalla cui consultazione si evince che nell'area di interesse affiorano depositi fluvioglaciali che sono costituiti da ghiaie poligeniche prevalentemente a supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, localmente a supporto clastico con matrice sabbioso-limosa, afferenti al Supersintema di Besnate – Unità di Cadorago.

Morfologicamente il sito, con una quota media di circa 211m.s.l.m., è ubicato nell'area del terrazzo "Saronno", che presenta una morfologia marcatamente pianeggiante, con deboli pendenze.

Per la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo di interesse sono state eseguite prove penetrometriche S.P.T. in foro e D.P.S.H., nonché prove di laboratorio geotecnico per la

determinazione della classe granulometrica, i cui risultati sono stati trattati nei relativi paragrafi e più specificatamente nella dedicata relazione geotecnica.

Si segnala tra 0.50 e 1.00/2.00 m, a secondo delle prove D.P.S.H., la registrazione di un numero di colpi molto basso inferiore a 10, talora pari anche 2/4, ad indicare livelli con caratteristiche geomeccaniche molto scadenti.

Per quanto concerne l'elaborazione per l'individuazione della categoria di sottosuolo dai dati di velocità delle onde S, le recenti NTC 2018 (par. 3.2.2) demandano tale valutazione al progettista geotecnico.

Tuttavia, al fine di agevolare tale elaborazione, si riporta a titolo indicativo la valutazione della  $V_{s,eq}$  scaturente dall'indagine MASW e la relativa categoria di sottosuolo, deducibile dalla tabella fornita dalle NTC per l'approccio semplificato; pertanto avendo ottenuto a  $V_{s,eq} = 366 \text{ m/s}$  il sottosuolo ricade nella Categoria di tipo "B". Si evidenzia che il valore ottenuto è "border line" con la categoria "C" per cui si raccomanda, in fase esecutiva, un approfondimento dell'indagine o l'utilizzo nei calcoli della categoria più cautelativa.

Infine, per quanto concerne la valutazione del rischio liquefazione, dal momento che il sito di interesse ricade in area sismica 4 con  $a_{gmax}$  di 0,041878, quindi minore di 0.1 g, che non è stata rinvenuta falda nell'ambito delle profondità investigate (20 m da p.c.) e che, dalla consultazione della cartografia ufficiale (Carta idrogeologica del PGT), la circolazione idrica principale risulta ubicata ad oltre 30 m dal p.c., si omette la verifica alla liquefazione essendo verificati 2 requisiti di esclusione.

Napoli, Febbraio 2021

Tecno In S.p.A.

Dott. Geol. Lucio Amato



## **ALLEGATO – REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE**



# REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI



**PROJECT:**

INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI PROPEDEUTICHE  
ALLA PROGETTAZIONE DEL NUOVO POLO MANUTENTIVO RELATIVO ALLA STAZIONE FERROVIARIA DI SARONNO (VA)

**LOCATION:**

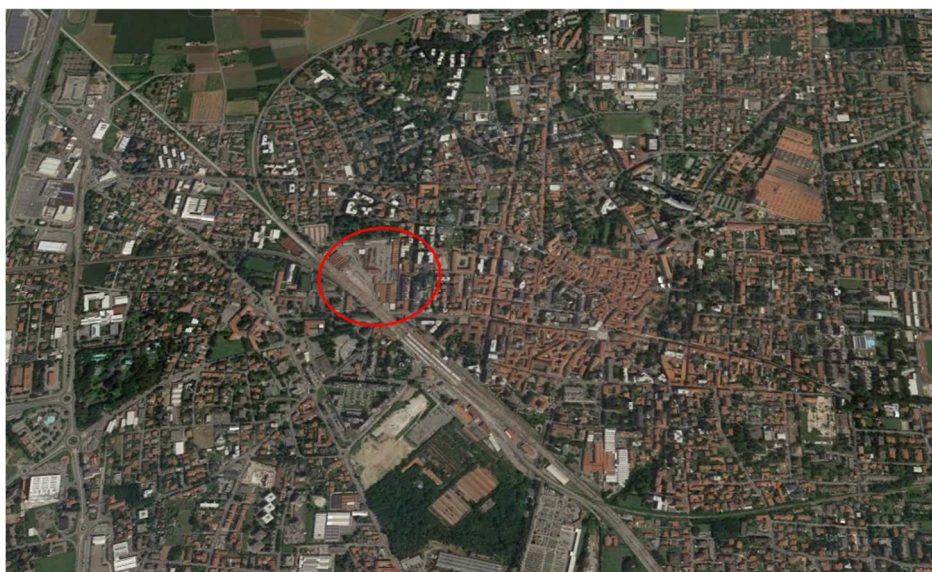
SARONNO (VA)

**CLIENT:**

NORD\_ING S.R.L.

**OBJECT:**

SONDAGGI, PROVE IN FORO, PROVE D.P.S.H., PRELIEVO  
CAMPIONI, PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO,  
INDAGINE MASW, ANALISI CHIMICHE



Tecno In Ref.:  
Revision n°:  
Date:  
Description:

Reg.Com. 299/20  
0  
Febbraio 2021  
emissione

Redacted by:  
Reviewed by:  
Approved by:  
Document code:

D.ssa Francesca Ginetti  
Dr. Geol. Giampiero Isella  
Dr. Geol. Lucio Amato  
Report\_Saronno\_299-20.doc

## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3.	SONDAGGI	5
4.	PROVE S.P.T.	7
5.	PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO – METODO LEFRANC	9
6.	PRELIEVO DI CAMPIONI GEOTECNICI	11
7.	INSTALLAZIONE PIEZOMETRO A TUBO APERTO	12
8.	PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO	13
9.	PRELIEVO DI CAMPIONI AMBIENTALI ED ANALISI CHIMICHE	14
10.	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI D.P.S.H.	15
11.	PROSPEZIONE GEOFISICA CON METODOLOGIA MASW	17
11.1	METODOLOGIA SISMICA ATTIVA MASW	17
11.2	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	18
11.3	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CAMPO	18
11.4	RISULTANZE INDAGINE MASW	20

### ALLEGATI:

**ALLEGATO 1: STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI**

**ALLEGATO 2: PROVE LEFRANC**

**ALLEGATO 3: ELABORATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H.**

**ALLEGATO 4: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLE INDAGINI (SONDAGGI, D.P.S.H.)**

**ALLEGATO 5: CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO**

**ALLEGATO 6: CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE**

## 1. PREMESSA

Su incarico della società Nord\_Ing è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche ed ambientali propedeutiche a corredo della progettazione del nuovo polo manutentivo relativo alla Stazione Ferroviaria di Saronno (VA).

La campagna di indagini geognostiche, finalizzata alla determinazione delle caratteristiche geotecniche e alla definizione stratigrafica in chiave geolitologica, è stata così articolata:

- n. 4 sondaggi geognostici (S1-S2-S3-S4) ad andamento verticale a carotaggio continuo spinti ad una profondità compresa tra i 12 ed i 20 m da p.c. con esecuzione di prove SPT, prove di permeabilità Lefranc in foro di sondaggio, e prelievo di campioni di terreno per prove di laboratorio geotecnico ed analisi chimiche;
- n. 1 installazione di piezometro a tubo aperto all'interno del foro di sondaggio S2;
- n. 4 prove penetrometriche D.P.S.H.;
- prove di laboratorio geotecnico;
- indagine sismica MASW.

Per la parte ambientale oltre al prelievo di campioni di terreno sono state eseguite analisi chimiche ai sensi dell'All. 5 Tit. V Parte IV D Lgs 152-06.

Le attività di cantiere si sono espletate nel mese di gennaio 2021.

Tutte le indagini sono state effettuate nel rispetto delle norme AGI 1977/1994.

Al termine della campagna di indagine è stata eseguita la georeferenziazione dei punti di indagine tramite strumentazione GPS.



*Figura 1-1– Strumentazione utilizzata per la georeferenziazione dei punti di sondaggio*

Di seguito le coordinate nel sistema di riferimento UTM WGS84.

ID PUNTO	Coordinata Nord	Coordinata Est	Quota assoluta p.c. (m s.l.m.)
S1	5052729,982	502245,667	211,812
S2	5052699,854	502188,674	211,559
S3	5052537,684	502279,58	211,588
S4	5052630,196	502277,268	211,674
DPSH1	5052724,078	502245,149	211,858
DPSH2	5052703,322	502187,136	211,631
DPSH3	5052540,341	502279,748	211,564
DPSH4	5052633,504	502277,934	211,631

Figura 1-2– Tabella Coordinate del sondaggio

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta, di seguito, l'elenco della normativa di riferimento osservata:

- Norme Tecniche per le Costruzioni "Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018"
- Allegati alle Norme Tecniche per le Costruzioni "Approvate con Decreto Ministeriale 14.01.2008"
- Raccomandazioni AGI (1977)
- Modalità Tecniche ANISIG (1977)



### 3. SONDAGGI

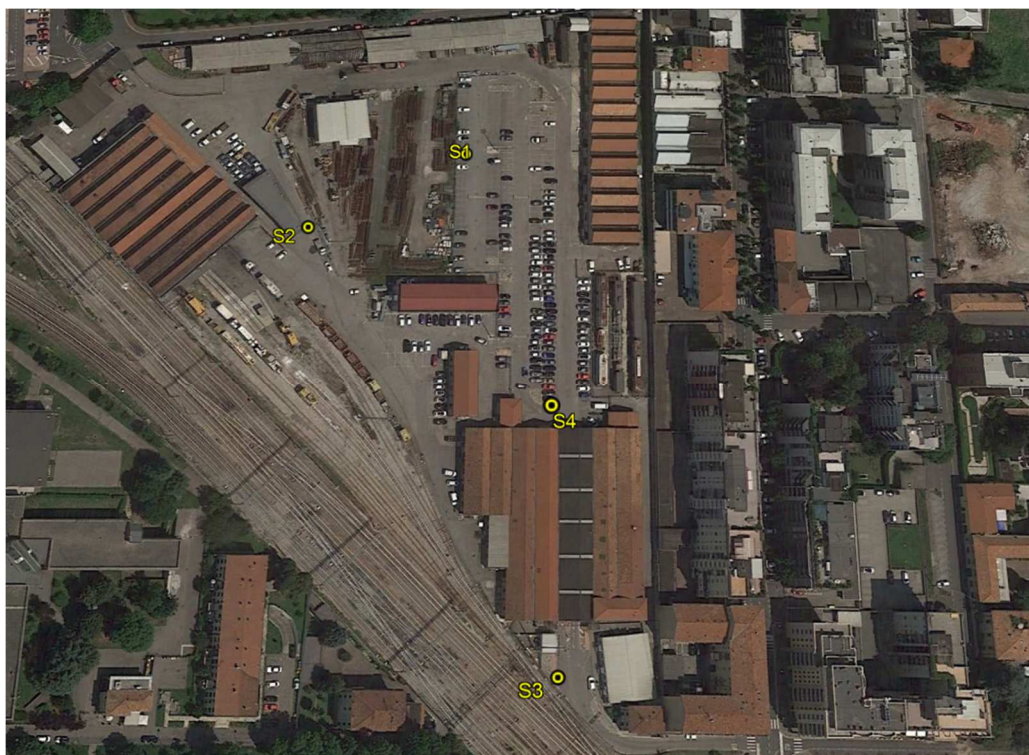
I sondaggi geognostici sono stati eseguiti in conformità alle Raccomandazioni AGI (1977) ed alle Modalità Tecniche ANISIG (1977).

Di seguito la tabella riepilogativa con indicazione della tipologia di installazione in foro, delle prove in sito e del prelievo di campioni.

ID SONDAGGIO	PROFONDITA' (m da p.c.)	N° PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC	N° SPT	INSTALLAZIONE IN FORO	N° CAMPIONI GEOTECNICI PRELEVATI
S1	20	3	12	foro ritombato	4
S2	20	3	12	piezometro PCV 4"	4
S3	12	-	7	foro ritombato	3
S4	12	-	7	foro ritombato	3

*Figura 3-1- Scheda sintetica dei sondaggi*

Di seguito si riporta l'ubicazione dei sondaggi.



*Figura 3-2 - Stralcio planimetrico dell'area di interesse con ubicazione dei sondaggi*

Le attività di esecuzione dei sondaggi sono state eseguite da personale specializzato in perforazioni.

La squadra operativa è stata composta da n. 1 sondatore, n. 1 aiuto sondatore e dal geologo, il quale ha provveduto alla stesura dei log stratigrafici.

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati eseguiti a rotazione con il metodo classico con sistema ad aste e carotiere. Tale perforazione avviene tramite aste di collegamento che vengono estratte dopo ogni manovra (tratto perforato) per recuperare dal carotiere, posto alla base della colonna di aste, il materiale carotato. Il raggiungimento di profondità maggiori avviene aggiungendo in superficie aste alla batteria. Le aste impiegate hanno diametro di 76.1 mm. Per stabilizzare le pareti del foro ed evitare che frani viene inserita la tubazione di rivestimento metallico provvisorio di diametro 152 mm.

Il carotiere utilizzato per il sondaggio in oggetto è stato il carotiere semplice T1, con diametro esterno 131 mm.

Le caratteristiche tecniche della sonda di perforazione utilizzata per la realizzazione del sondaggio sono riassunte nella seguente tabella:

GEOMARC GM1000	
Coppia max	Nm 11000
Velocità di rotazione giri/min 30-520	giri/min 30-520
Corsa testa idraulica mm 3400	mm 3400
Spinta	kg 6300
Tiro	kg 9000
Cap. tiro max argano	kg 2000

*Figura 3-3 – Tabella riassuntiva delle caratteristiche della sonda Geomarc GM1000*

Le carote estratte nel corso della perforazione sono state alloggiate in apposite cassette catalogatrici munite di scomparti divisori e coperchio apribile di dimensioni 5 m x 1 m, ed una volta scortecciate sono state fotografate. Su ogni cassetta è stato indicato l'oggetto, il cantiere, la località, la profondità, la data e la sigla identificativa del sondaggio.

Le fotografie delle postazioni sui punti di indagine e di ciascuna cassetta catalogatrice sono riportate in Allegato 4 – Documentazione fotografica delle indagini. I log stratigrafici dei sondaggi sono riportati nell'Allegato 1 – Stratigrafie dei sondaggi.

#### 4. PROVE S.P.T.

Le prove SPT (Standard Penetration Test) sono state eseguite rispettando la normativa vigente (AGI, 1977) e le modalità esecutive del capitolato speciale d'appalto.

La prova consente di determinare la resistenza di un terreno alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

La modalità esecutiva consiste nell'infissione nel terreno alla base del sondaggio di un campionatore per tre tratti consecutivi, di 150 mm ciascuno, annotando il numero di colpi necessario per la penetrazione,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ .

Per  $N_1 = 50$  colpi, e l'avanzamento dell'infissione è inferiore ai 150 mm, l'infissione viene sospesa. Per  $N_1 < 50$  colpi, la prova prosegue ed il campionatore viene infisso per un secondo tratto di 300 mm, contando separatamente il numero di colpi necessari all'avanzamento per la penetrazione dei primi e dei secondi 150 mm ( $N_2$  e  $N_3$ ), sino al limite di 100 colpi ( $N_2 + N_3 < 100$  colpi). Se con  $N_1 + N_3 = 100$  colpi non si raggiunge l'avanzamento di 300 mm, l'infissione viene sospesa e la prova si dovrà considerare conclusa.

La strumentazione impiegata per l'esecuzione delle prove SPT consiste in:

- Tubo campionatore apribile longitudinalmente:  $\phi_{est} = 50.8$  mm;  $\phi_{int} = 35$  mm L minima (escluso tagliente principale)  $> 457$  mm; L utile = 630 mm;
- Scarpa tagliente terminale (con rastremazione negli ultimi 19 mm) = 76 mm; il campionatore è munito di valvola a sfera alla sommità e aperture di scarico e sfiato;
- Massa battente di peso 63,5 kg che cade da 75 cm di altezza;
- Aste collegate al campionatore aventi peso per metro lineare 6.5 kg ( $\pm 0.5$  kg/ml). Le aste saranno dritte, ben avvitate in corrispondenza dei giunti e con flessione totale della batteria pronta per la prova  $< 1^\circ$ . La caduta del maglio deve essere libera; pertanto deve essere adottato un dispositivo di sganciamento.

Sono state eseguite complessivamente n° 38 prove con punta aperta; i risultati sono riportati nella scheda stratigrafia allegata (Allegato 1) e nella tabella riepilogativa seguente:

N.	ID sondaggio	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	NSPT
1	S1	3,00	3,45	7-6-9	15
2	S1	4,50	4,95	5-12-23	35
3	S1	6,00	6,45	6-9-6	15
4	S1	7,50	7,95	17-8-13	21
5	S1	9,00	9,45	13-17-20	37
6	S1	10,50	10,95	12-17-16	33
7	S1	12,00	12,45	13-21-19	40
8	S1	13,50	13,95	11-18-19	37
9	S1	15,00	15,45	16-27-31	58
10	S1	16,50	16,95	22-22-20	42
11	S1	18,00	18,45	15-13-26	39
12	S1	19,50	19,95	9-19-17	36
1	S2	3,00	3,45	4-11-22	33
2	S2	4,50	4,95	10-18-32	50
3	S2	6,00	6,45	12-18-10	28
4	S2	7,50	7,95	9-11-10	21
5	S2	9,00	9,45	10-16-13	29
6	S2	10,50	10,95	6-9-10	19
7	S2	12,00	12,45	7-10-16	26
8	S2	13,50	13,95	9-12-14	26
9	S2	15,00	15,45	11-15-37	52
10	S2	16,50	16,95	13-18-15	33
11	S2	18,00	18,45	11-13-16	29
12	S2	19,50	19,95	7-20-20	40
1	S3	3,00	3,45	18-25-39	64
2	S3	4,50	4,95	11-27-16	43
3	S3	6,00	6,45	10-13-15	28
4	S3	7,50	7,95	12-16-15	31
5	S3	9,00	9,45	7-24-28	52
6	S3	10,50	10,95	9-12-12	24
7	S3	12,00	12,45	10-17-16	33
1	S4	3,00	3,45	7-19-21	40
2	S4	4,50	4,95	17-15-13	28
3	S4	6,00	6,45	13-21-19	40
4	S4	7,50	7,95	9-11-1	12
5	S4	9,00	9,45	11-14-15	29
6	S4	10,50	10,95	8-23-24	47
7	S4	12,00	12,45	13-19-18	37

Figura 4-1– Prove SPT eseguite con relativo n° di colpi e NSPT calcolati



## 5. PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO – METODO LEFRANC

Nei sondaggi S1 e S2 sono state eseguite, in ciascun foro, n. 3 prove Lefranc al fine di determinare la permeabilità, nei tratti selezionati dei fori, dei terreni interessati dalla perforazione.

Le prove di permeabilità Lefranc consistono nella misurazione della velocità di assorbimento di acqua, per immissione o estrazione, in un tratto di perforo opportunamente realizzato.

Esse possono essere eseguite a *carico idraulico costante*, misurando la quantità d'acqua immessa o estratta, o a *carico idraulico variabile*, misurando i livelli dell'acqua a intervalli di tempo progressivamente crescenti.

Nel caso specifico le prove sono state eseguite a carico idraulico costante.

In Allegato 2 – Prove Lefranc sono fornite le schede di elaborazione in cui, oltre ai dati misurati in campagna, si riporta il calcolo della permeabilità.

### Operazioni preliminari

Nel corso della perforazione sono state effettuate misurazioni del livello dell'acqua tali da determinare, se presente, il livello statico della falda.

La sezione di prova è stata predisposta alla profondità desiderata, con dimensioni tali da avere flussi di acqua dal foro al terreno misurabili dagli strumenti a disposizione.

La formazione della sezione di prova è stata effettuata con modalità scelte in base alla natura del terreno, osservando le seguenti precauzioni:

- la perforazione è avvenuta in maniera da arrecare il minor disturbo possibile al terreno;
- l'infissione della tubazione di rivestimento è avvenuta in modo tale da impedire sifonamenti alla base della stessa;
- si è evitata la formazione di pannelli poco permeabili di terreno rimaneggiato dal carotaggio sulla parete del foro (a tal fine la perforazione è stata eseguita una manovra di pulizia con circolazione di acqua).

### Prove a carico costante

La prova si effettua innalzando o abbassando il livello dell'acqua nel foro rispetto al livello statico della falda e misurando le portate immesse o emunte, mantenendo costante il livello dinamico.

Si opera come segue:

- si misura, se presente, il livello dell'acqua in foro;
- si mette nel foro la tubazione di immissione dell'acqua o la pompa per l'emungimento;
- si collega il dispositivo per la regolazione e la misurazione del flusso di acqua;
- si immette acqua limpida nel foro, oppure la si emunge con la pompa sommersa, fino a raggiungere il livello dinamico dell'acqua desiderato;
- si attende che il flusso si stabilizzi e quindi si effettuano, ad intervalli stabiliti, le letture di portata al contatore, per un tempo di 30 minuti (tali tempi possono essere variati a seconda delle esigenze e delle richieste).

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa della prova eseguita e del valore di "k" ottenuto:

ID sondaggio	ID prova	Tratto di prova	K (m/s)	Litologia
S1	LFT1	2,00-2,50	$2,6 \times 10^{-5}$	Sabbia limosa con ghiaia
S1	LFT2	4,00-4,50	$2,0 \times 10^{-5}$	Sabbia limoso-argillosa con ghiaia
S1	LFT3	5,50-6,00	$2,5 \times 10^{-5}$	Sabbia limoso-argillosa con ghiaia
S2	LFT1	2,00-2,50	$1,3 \times 10^{-5}$	Sabbia fine limosa con ghiaia e ciottoli
S2	LFT2	4,00-4,50	$3,9 \times 10^{-5}$	Sabbia fine limosa con ghiaia
S2	LFT3	5,50-6,00	$5,5 \times 10^{-6}$	Sabbia fine argilloso-limosa, con ghiaia e ciottoli

*Figura 5-1- Scheda sintetica delle prove Lefranc eseguite*

## 6. PRELIEVO DI CAMPIONI GEOTECNICI

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 14 campioni rimaneggiati che sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio; per la visione di dettaglio dei risultati si rimanda all'Allegato 5 - Certificati prove di laboratorio geotecnico.

Di seguito si riporta uno schema sintetico dei campioni prelevati.

Campioni geotecnici				
ID Sondaggio	Sigla campione	Tipologia del campione	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)
S1	CR1	rimaneggiato	2,5	3,0
S1	CR2	rimaneggiato	5,5	6,0
S1	CR3	rimaneggiato	8,5	9,0
S1	CR4	rimaneggiato	15,5	16,0
S2	CR1	rimaneggiato	6,0	7,0
S2	CR2	rimaneggiato	11,0	12,0
S2	CR3	rimaneggiato	13,0	14,0
S2	CR4	rimaneggiato	17,0	18,0
S3	CR1	rimaneggiato	4,0	4,5
S3	CR2	rimaneggiato	8,5	9,0
S3	CR3	rimaneggiato	11,5	12,0
S4	CR1	rimaneggiato	3,5	4,0
S4	CR2	rimaneggiato	7,5	8,0
S4	CR3	rimaneggiato	11,5	12,0

*Figura 6-1- Scheda sintetica dei campioni geotecnici prelevati*

Ogni campione è stato catalogato con apposita etichetta riportando le seguenti informazioni: sigla identificativa del sondaggio, numero del campione, tipologia di prelievo, profondità del prelievo, committente, data, località, oggetto del lavoro.

## 7. INSTALLAZIONE PIEZOMETRO A TUBO APERTO

Al termine dell'esecuzione del sondaggio S2 è stato installato un piezometro a tubo aperto.

I dettagli dell'installazione, comprensivi delle quote di posa del tratto cieco e quello fessurato, è riportato nella tabella stratigrafica contenuta nell'Allegato 1 – Stratigrafie dei sondaggi.

La tubazione installata è costituita da tubi ciechi e filtranti in PVC del diametro di 4" con estremità filettate.

Prima della posa in opera sono stati eseguiti i seguenti controlli:

- assenza di lesioni
- assenza di anomalie nei filetti di giunzione per non compromettere il buon accoppiamento dei tubi.

A valle dei controlli descritti, sono state effettuate le seguenti operazioni per la posa in opera:

- verifica della quota di fondo foro con scandaglio;
- lavaggio della perforazione con acqua pulita e immessa dal fondo;
- inserimento del tubo finestrato e cieco;
- realizzazione dello strato filtrante in ghiaietto per lo spessore richiesto;
- formazione del tappo impermeabile costituito da compactonite in pellets;
- estrazione del rivestimento del foro senza ausilio della rotazione;
- posa in opera di pozzetto di protezione.



## 8. PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

I campioni rimaneggiati sono stati sottoposti alla determinazione della curva granulometrica mediante analisi granulometrica per setacciatura e/o sedimentazione.

La Tecno In S.p.A. è autorizzata dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/01 alla esecuzione e certificazione di Prove in Situ e di Laboratorio su Terre con Concessione n° 53363 del 06.05.05, così come disposto dal cogente D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni". Pertanto, in merito ai risultati delle prove di laboratorio, sono stati emessi i certificati forniti nell'Allegato 5 al presente report.

Per comodità di esposizione si riporta di seguito una tabella riepilogativa dei risultati ottenuti.

<b>Prove di laboratorio su campioni rimaneggiati</b>								
Sigla campione	Sigla di laboratorio	Profondità di prelievo (m)		Distribuzione granulometrica (%)				
		da	a	Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia	Ciottoli
S1-CR1	T.044/21	2,50	3,00	12,00	19,20	64,80	4,00	
S1-CR2	T.045/21	5,50	6,00	10,00	15,00	42,50	32,50	0,00
S1-CR3	T.046/21	8,50	9,00	14,50	26,00	37,50	22,00	0,00
S1-CR4	T.047/21	15,50	16,00	12,50	17,00	59,50	11,00	4,00
S2-CR1	T.048/21	6,00	7,00	6,00	10,50	41,00	42,50	0,00
S2-CR2	T.049/21	11,00	12,00	9,50	14,00	45,50	31,00	0,00
S2-CR3	T.050/21	13,00	14,00	5,00	11,00	41,50	42,50	0,00
S2-CR4	T.051/21	17,00	18,00	4,50	20,50	57,50	17,50	0,00
S3-CR1	T.053/21	4,00	4,50	1,00	8,50	37,00	53,50	0,00
S3-CR2	T.054/21	8,50	9,00	3,50	19,00	55,50	22,00	0,00
S3-CR3	T.055/21	11,50	12,00	1,00	12,00	71,50	15,50	0,00
S4-CR1	T.056/21	3,50	4,00	9,00	25,50	62,00	3,50	
S4-CR2	T.057/21	7,50	8,00	0,00	21,00	52,50	26,50	0,00
S4-CR3	T.058/21	11,50	12,00	0,50	18,00	52,00	29,50	0,00

Figura 8-1 – Scheda sintetica dei risultati delle prove di laboratorio geotecnico

## 9. PRELIEVO DI CAMPIONI AMBIENTALI ED ANALISI CHIMICHE

Durante l'esecuzione dei sondaggi S1 ed S2 sono stati prelevati 2 campioni ambientali di terre ciascuno.

Di seguito si riporta uno schema sintetico dei campioni prelevati.

ID SONDAGGIO	ID CAMPIONE	TIPO CAMPIONE	PROFONDITA' (M)	DATA PRELIEVO
S1	AMB1	ambientale	1,50-3,50	18.01.21
S1	AMB2	ambientale	3,50-5,50	18.01.21
S2	AMB1	ambientale	0,50-2,50	14.01.21
S2	AMB2	ambientale	3,00-5,00	14.01.21

*Figura 9-1 – Scheda sintetica dei campioni ambientali prelevati*

Ciascun campione ambientale è stato prelevato secondo la seguente procedura:

- La carota di terreno è stata riposta all'interno di una cassetta catalogatrice, in modo da impedire il contatto della matrice da campionare con sostanze potenzialmente contaminanti. Dopo avere compilato la stratigrafia ed aver definito il tratto da campionare, il medesimo è stato prelevato con spatola opportunamente decontaminata e riposto su telo in PET (opportunamente sostituito ad ogni campionamento), previa setacciatura con setaccio passante 2cm. Quindi si è proceduto alla omogeneizzazione del materiale mediante mescolamento ed alla formazione delle aliquote richieste per i diversi pacchetti analitici da determinare.
- Al termine del campionamento il materiale utilizzato (spatola, palettina e setaccio) è stato decontaminato per poi procedere al campionamento successivo.
- Nella formazione del campione più superficiale si è avuto cura di escludere dall'omogeneizzazione la porzione di manto di conglomerato bituminoso e relativo massetto, laddove presente.
- Sui contenitori è stata posta un'etichetta riportante la sigla del campione, i riferimenti del sondaggio e la relativa profondità di prelievo. I campioni così formati sono stati conservati in box refrigerati e trasportati al laboratorio per le relative determinazioni analitiche.

I campioni sono stati sottoposti ad analisi secondo il seguente set analitico:

Tab. 1 All. 5 Tit V Parte IV D Lgs 152-06

Frazione 2 mm e residuo secco, set metalli (As, Cd, Cr tot, Cr VI, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), idrocarburi C>12 e C<12, BTEXS - VOC, IPA, amianto (fibre).

I risultati delle analisi sono riportati nei certificati presenti in Allegato 6 – Certificati analisi chimiche.

## 10. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI D.P.S.H.

Sono state eseguite n°4 prove penetrometriche per la caratterizzazione meccanica dei terreni del sottosuolo; i risultati sono riportati in tabelle e grafici in Allegato 3 – Elaborati prove penetrometriche dinamiche DPSH. Le fotografie relative alle postazioni dell’attrezzatura su ciascun punto di indagine sono riportate in Allegato 4 – Documentazione fotografica delle indagini.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi delle prove effettuate, con indicazione delle profondità raggiunte.

N	ID PROVA	PROFONDITA' (m da p.c.)
1	DPSH1	4,6
2	DPSH2	4,4
3	DPSH3	4,8
4	DPSH4	4,6

*Figura 10-1 – Scheda sintetica della prova DPSH*

Di seguito si riporta l’ubicazione delle prove.



*Figura 10-2 - Stralcio planimetrico dell’area di interesse con ubicazione delle prove DPSH*

La prova penetrometrica dinamica pesante continua consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica, avvitata all'estremità inferiore di una batteria di aste metalliche, mediante battitura con un maglio che cade liberamente da un'altezza costante (vedi caratteristiche di seguito elencate); i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza prefissata vengono annotati e costituiscono la resistenza del terreno alla penetrazione della punta conica.

Le letture sono state effettuate ogni 20 cm; il penetrometro utilizzato è un Pagani TG 63-200kN.

Le caratteristiche dell'attrezzatura sono le seguenti:

- peso maglio 63.5 Kg
- caduta 75 cm
- diametro aste: esterno 32 mm
- punta conica: diametro 50.5 mm, apertura 90°

La procedura di riferimento è quella della International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering ISSMGE (Stefanoff et al 1988).



## 11. PROSPEZIONE GEOFISICA CON METODOLOGIA MASW

### 11.1 Metodologia sismica attiva MASW

La tecnica di analisi MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), rappresenta una tipologia d'indagine sismica che consente di individuare il profilo verticale di velocità delle onde di taglio  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali (Rayleigh e Love).

Il metodo MASW è basato sul fenomeno secondo il quale, in un mezzo stratificato, le onde superficiali sono "dispersive", ovvero sul fatto che frequenze diverse (cioè lunghezze d'onda diverse) viaggiano a velocità diversa. Più specificatamente, le lunghezze d'onda maggiori (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda del sottosuolo e, quindi, caratterizzeranno gli strati più profondi, mentre le piccole lunghezze d'onda (frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale del sottosuolo.

Il metodo d'indagine MASW, adoperato per le indagini in oggetto, è del tipo "attivo" ovvero le onde superficiali sono generate artificialmente mediante l'impatto di una massa battente (mazza sismica) sulla superficie del suolo e misurate ad uno stendimento lineare di velocimetri o geofoni. Un tipico schema di acquisizione è mostrato nella seguente figura.

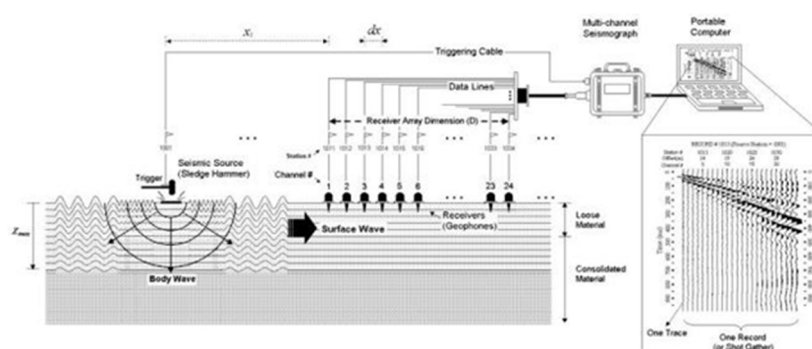


Figura 11-1 - Indagine MASW. Esempio di configurazione sorgente-ricevitori per un tipico rilievo.

Nel metodo MASW descritto, si usano onde superficiali polarizzate nel piano verticale alla superficie libera del terreno ovvero le onde di Rayleigh, trascurando gli effetti dovuti alle onde di volume, alle onde riflesse o rifratte.

Sebbene una sorgente puntiforme verticale generi anche altri tipi di onde, oltre a quelle superficiali, intervengono due aspetti che rendono il contributo di queste ultime prevalente sul contributo delle onde di volume. Il primo è che le onde di Rayleigh trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente. Il secondo aspetto è che, allontanandosi dalla sorgente, le onde di superficie subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto alle onde P ed Sv, perché esse si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, mentre le onde di volume si propagano secondo fronti d'onda sferici.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il software winMAWS distribuito dalla EliaSoft.

Il processo utilizzato per l'elaborazione dei profili di velocità delle onde di taglio con la tecnica MASW ha richiesto i seguenti passaggi:

- caricamento del / dei file acquisiti in campo, in formato sg2, ed attribuzione della geometria;
- calcolo dello spettro di velocità in un range di velocità e frequenze definite dal geofisico;
- modellazione diretta della curva di dispersione ovvero esecuzione del picking manuale della curva di dispersione stessa;
- processo di inversione, mediante l'inserimento del numero di strati del sottosuolo, al fine di ottenere il profilo verticale della velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

### 11.2 Strumentazione utilizzata

Le misurazioni sono state eseguite avvalendosi di un sismografo marca MAE modello X-610S, munito di convertitore A/D a 24 bits con tecnologia sigma-delta, impostato con una frequenza di campionamento di 0,001 secondi (o 1.000 cps) ed una finestra di registrazione (periodo di acquisizione) di circa 2,0 secondi. Al sismografo sono stati collegati n.24 geofoni marca OYO GEOSPACE, a componente verticale da 4,5 Hz.

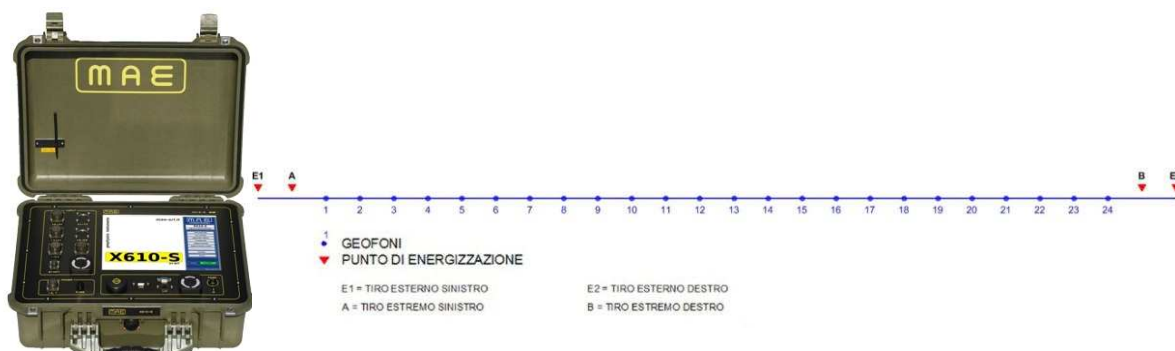


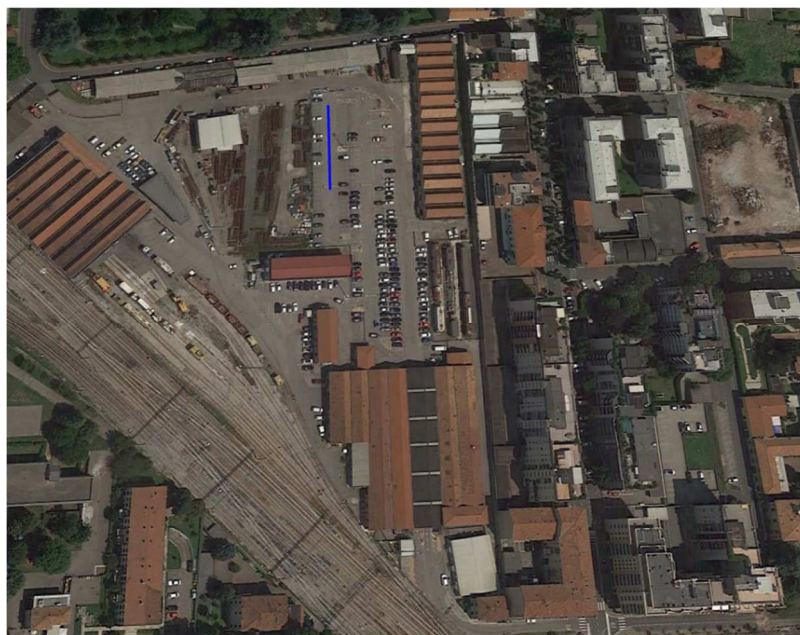
Figura 10-2 - a sn. Sismografo MAE X-610S a dx Disposizione dei geofoni e dei siti di energizzazione.

### 11.3 Descrizione delle attività di campo

La tecnica d'indagine sismica MASW, prevede che agli estremi dello stendimento ed allineati ad esso, siano materializzati i punti di energizzazione in numero e a distanza variabile in base alle esigenze specifiche di sito e alla logistica.

Per le indagini in oggetto sono stati eseguiti n.4 off-end shot, agli estremi di ogni stendimento, ad una distanza variabile da un minimo di 5 a un massimo di 15 metri, come schematizzato nella figura.

L'ubicazione degli stendimenti è indicata dalla linea blu in Figura 10-3.



*Figura 11-3 - Ubicazione dello stendimento (linea blu)*



*Figura 11-4 - Esecuzione dell'indagine – fase di acquisizione del profilo*

#### 11.4 Risultanze indagine MASW

Nei paragrafi seguenti, sono riportate le risultanze delle prospezioni sismiche MASW, riepilogate tramite gli elaborati elencati:

- Sismogramma originale, in cui sono riportate le tracce registrate sull'intero array di geofoni costituenti lo stendimento.
- Spettro elaborato - frequenza Vs velocità (in m/s).
- Diagramma dell'evoluzione del modello "migliore", espresso in termini di minor misfit ovvero della minore discrepanza tra curva osservata e curva calcolata e diagramma del modello medio calcolato secondo l'operazione statistica nota come Marginal Posterior Probability Density.
- Profilo verticale della velocità delle onde S ( $V_s$ ) relativo al modello "migliore".
- Tabella di sintesi dove sono riportati gli spessori degli strati e la relativa velocità delle onde di taglio.

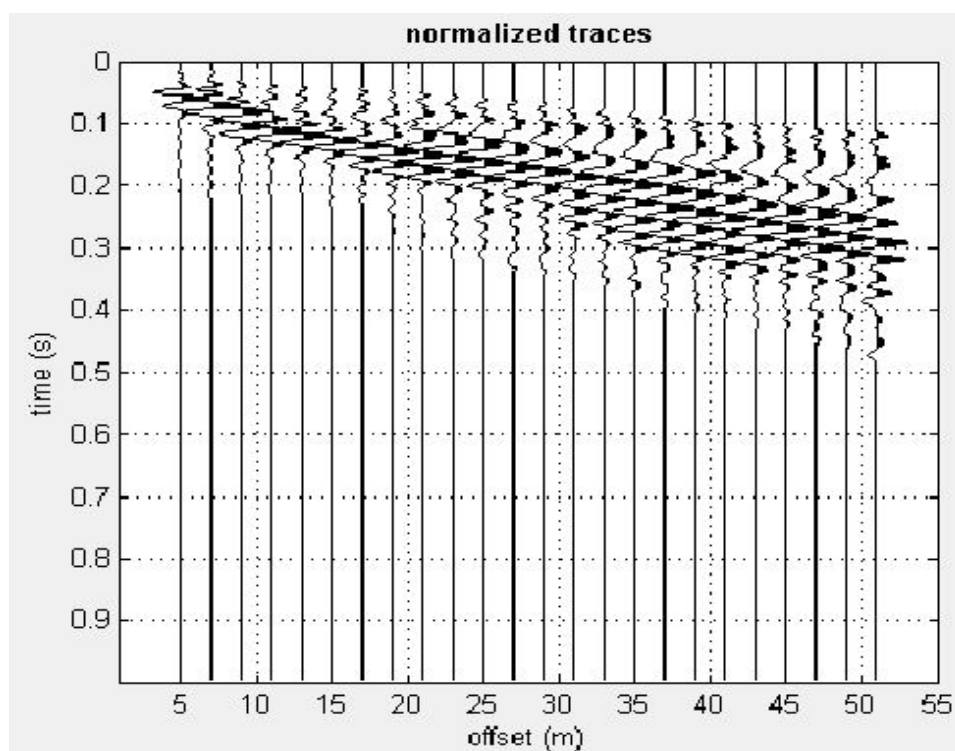


Figura 11-5 – Sismogramma



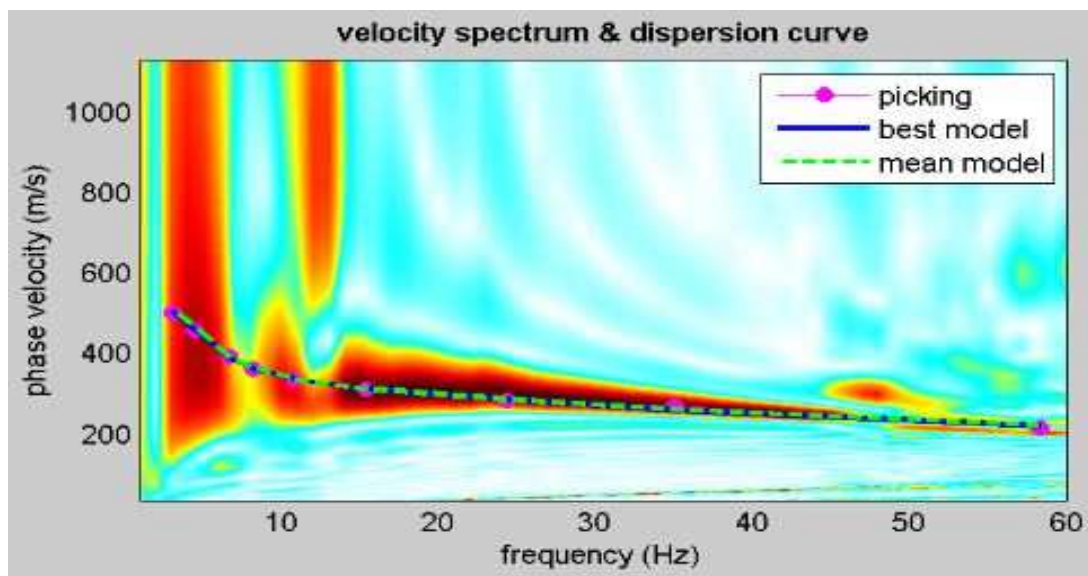


Figura 11-6 - Spettro di velocità

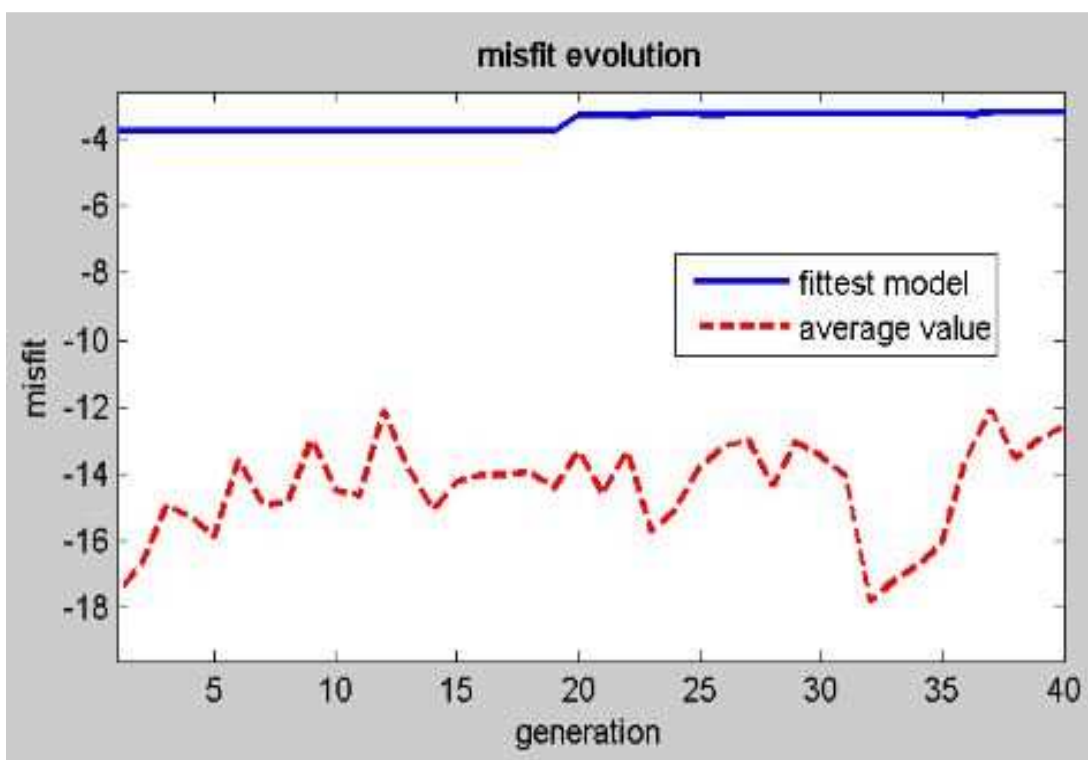


Figura 11-7 - Andamento del misfit

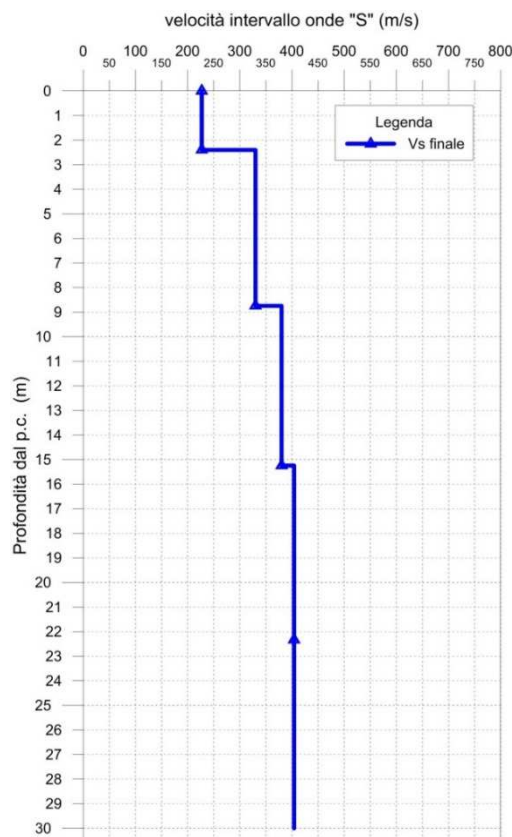


Figura 11-8 - Profilo verticale delle onde di taglio (VS)

Numero di strati	Profondità (m da p.c.)	Vs finale (m/s)	Spessore (m)	h/Vs
1	2,4	227	2,4	0,0106
2	8,7	330	6,3	0,0192
3	15,2	380	6,5	0,0171
4	22,3	404	7,1	0,0175
5	30,0	440	7,7	0,0175
6	41,5	545	11,5	0,0211

Figura 11-9 - Spessori degli strati e la relativa velocità delle onde di taglio

Napoli, Febbraio 2021

Tecno In S.p.A.

## **ALLEGATO 1: LOG STRATIGRAFICI**

# Sondaggio: S1

Cliente: NORD ING S.r.l.

Progetto: Esecuzione di indagini geognostiche

Località: Saronno (VA)

Sistema di coordinate UTM/WGS84

Coord. EST: 502245,667

Coord. NORD: 5052729,982

Quota: 211,81 m s.l.m.

Profondità: 20 m

Sistema perforazione: Carotaggio continuo

Diam. min. (mm): 131

Diam. max. (mm): 152

Sonda perforatrice: Geomarc GM1000

Data esecuzione: 15.01.21/18.01.21

Operatore: Salvatore Iacono

Geologo: Giampiero Isella

Allestimento: Foro ritombato

Revisione: 0



Tecno In S.p.A.  
Via G. Marcora 52  
20097 San Donato Milanese (MI)  
Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Scala (m)	Profondità (m p.c.)	Litologia	Stratigrafia	Spessore (m)	SPT (N1,N2,N3) (A) Punta aperta (C) Punta chiusa	Campioni Geotecnici	Carotiere (m)	Rivestimento	Prove Lefranc	DPSH1 numero di colpi
0	0,00	Asfalto		0,1						
	0,10	Sabbia debolmente limosa, con ghiaia e resti lateritici, colore bruno.		0,4						
1	0,50	Frammenti di calcestruzzo e di laterizi frammisti a rara ghiaia.		1						
	1,50									
2	2,50	Sabbia debolmente limosa, con ghiaia fine e media subarrotondata, colore bruno.		1						
	3,00	Ghiaia fine e media, sabbiosa, limosa, colore bruno-marrone, umida.		0,5	3,00	2,50 CR1				
3					7-6-9 (A)	3,00				
					3,45					
4					4,50					
		Sabbia limosa, debolmente argillosa, con ghiaia fine e media, localmente alterata, colore bruno- bruno marrone; da -4,00 m locale presenza di ciottoli (diam. max 3 cm); umida fino a -4,00 m poi asciutta.		3,2	5-12-23 (A)					
5					4,95	5,50				
					6,00	CR2				
6	6,20				6-9-6 (A)	6,00				
					6,45					
7					7,50					
		Sabbia limoso-argillosa, da con ghiaia a ghiaiosa (ghiaia prevalentemente fine e media, da subarrotondata a subangolare, localmente alterata), e ciottoli (diam. max 12 cm) più frequenti da -9,50 a -10,00 m, colore marrone, asciutto.		3,8	17-8-13 (A)	8,50				
8					7,95					
					9,00	CR3				
9					13-17-20 (A)	9,00				
					9,45					
10	10,00				10,50					
					10,95					
11					12,00					
		Sabbia limosa con tracce di argilla, con ghiaia, prevalentemente fine e media, localmente alterata e rari ciottoli (diam max 9 cm), colore marrone-bruno a bruno-nocciola.		4,8	13-21-19 (A)					
12					12,45					
					13,50					
13					11-18-19 (A)					
					13,95					
14					15,00					
15	14,80				16-27-31 (A)	15,50				
					15,45	CR4				
16					16,50	16,00				
					22-22-20 (A)					
17					16,95					
		Sabbia limosa, localmente argillosa, da ghiaiosa a con ghiaia (ghiaia prevalentemente fine e media, localmente alterata), presenti locali ciottoli (diam. max 8 cm), colore nocciola.		5,2	18,00					
18					15-13-26 (A)					
					18,45					
19					19,50					
					9-19-17 (A)					
20	20,00				19,95					

NOTE:



# Sondaggio: S2

Cliente: NORD ING S.r.l.

Progetto: Esecuzione di indagini geognostiche

Località: Saronno (VA)

Sistema di coordinate UTM/WGS84

Coord. EST: 502188,674

Coord. NORD: 5052699,854

Quota: 211,56 m s.l.m.

Profondità: 20 m

Sistema perforazione: Carotaggio continuo

Diam. min. (mm): 131

Diam. max. (mm): 152

Sonda perforatrice: Geomarc GM1000

Data esecuzione: 12.01.21/14.01.21

Operatore: Salvatore Iacono

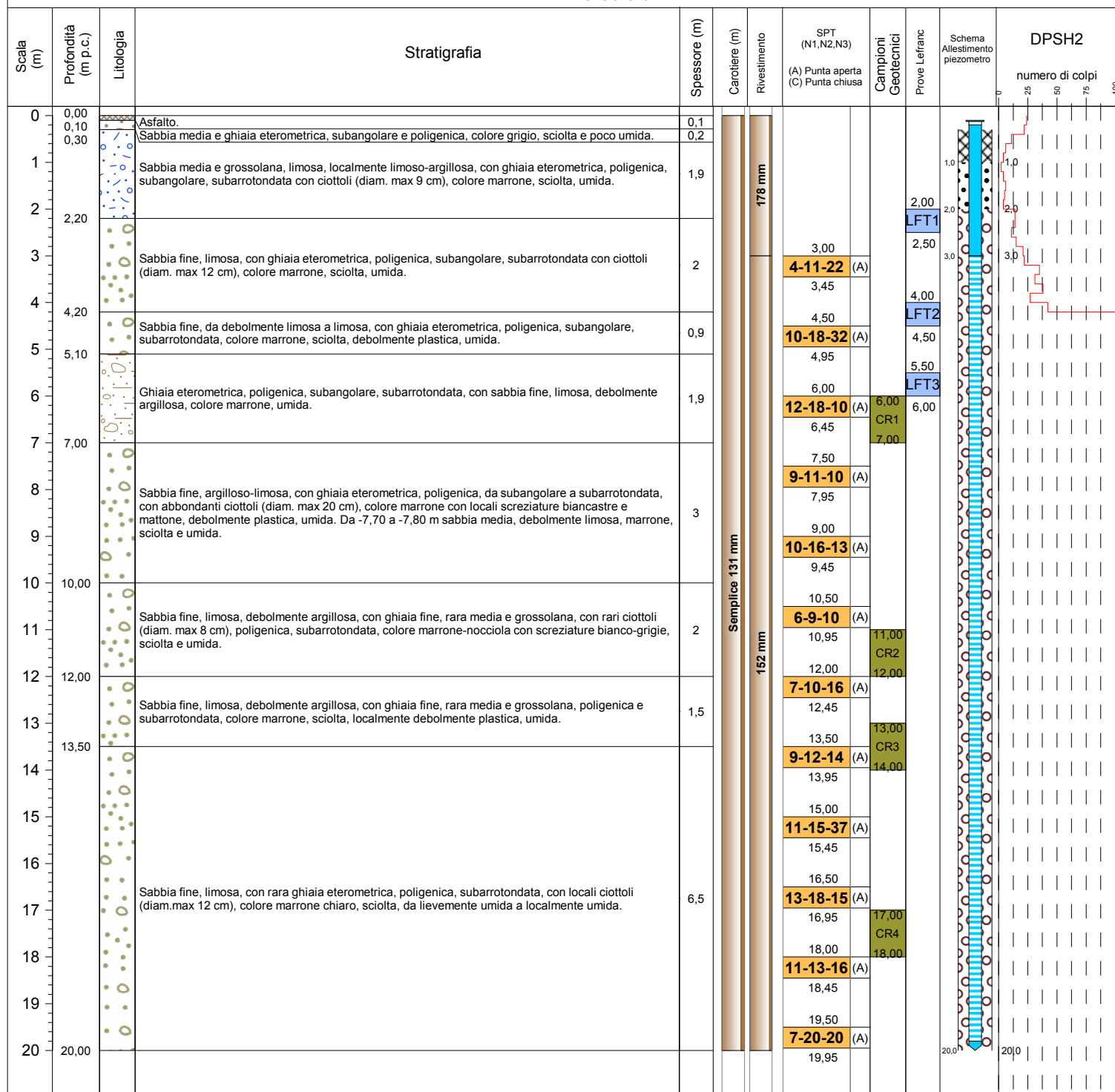
Geologo: Giampiero Isella

Allestimento: Piezometro PVC 4"

Revisione: 0



Tecno In S.p.A.  
Via G. Marcora 52  
20097 San Donato Milanese (MI)  
Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05



NOTE: falda assente - misurazione del 15.01.21

Legenda allestimento piezometro					
	Chiusino fuori terra		Miscela cementizia		Tubo cieco
	Chiusino carrabile		Tappo di testa		Tubo fessurato
			Tappo di fondo		Compactionite
			Ghiaia		

# Sondaggio: S3

Cliente: NORD ING S.r.l.

Progetto: Esecuzione di indagini geognostiche

Località: Saronno (VA)

Sistema di coordinate UTM/WGS84

Coord. EST: 502279,580

Coord. NORD: 5052537,684

Quota: 211,59 m s.l.m.

Profondità: 12 m

Sistema perforazione: Carotaggio continuo

Diam. min. (mm): 131

Diam. max. (mm): 152

Sonda perforatrice: Geomarc GM1000

Data esecuzione: 19.01.21

Operatore: Salvatore Iacono

Geologo: Giampiero Isella

Allestimento: Foro ritombato

Revisione: 0



Tecno In S.p.A.  
Via G. Marcora 52  
20097 San Donato Milanese (MI)  
Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Scala (m)	Profondità (m p.c.)	Litologia	Stratigrafia	Spessore (m)	SPT (N1,N2,N3) (A) Punta aperta (C) Punta chiusa	Campioni Geotecnici	Carotiere (m)	Rivestimento	Prove Lefranc	DPSH3 numero di colpi
0	0,10		Asfalto.	0,1						
1			Ciottoli e ghiaia eterometrica con sabbia, colore bruno, asciutto.	2,1						
2	2,20		Sabbia da debolmente limosa a limosa, con ghiaia prevalentemente fine e media, subarrotondata rari ciottoli (diam. max 7 cm), colore bruno-nocciola.	0,8	3,00					
3	3,00		Ghiaia eterometrica e ciottoli (diam. max 8 cm) con sabbia debolmente limosa, colore bruno, asciutta.	0,5	18-25-39 (A)					
4	3,50		Ghiaia prevalentemente fine e media, subarrotondata, con sabbia da debolmente limosa a limosa, colore bruno-nocciola.	0,9	3,45	4,00				
5	4,40		Sabbia da debolmente limosa a limosa, con ghiaia prevalentemente fine e media, subarrotondata, con locale presenza di ciottoli (diam. max 10 cm), colore bruno-nocciola.	0,6	4,50	CR1				
6	5,00				11-27-16 (A)	4,50				
7			Sabbia limosa, con ghiaia prevalentemente fine e media, subarrotondata, localmente alterata, colore bruno-nocciola, asciutta.	3,4	4,95					
8					6,00					
9	8,40				10-13-15 (A)					
10	9,00		Sabbia limosa, ghiaiosa (ghiaia eterometrica, subarrotondata, poligenica), colore bruno-marrone.	0,6	6,45					
11	9,50		Ghiaia eterometrica, subarrotondata e ciottoli (diam. max 11 cm) con sabbia debolmente limosa, colore bruno-marrone nocciola, asciutta.	0,5	7,50					
12			Sabbia da debolmente limosa a limosa, con ghiaia prevalentemente fine e media, localmente alterata, locale e rara presenza di ciottoli (diam. max 8 cm), colore nocciola, asciutta.	1,9	12-16-15 (A)	8,50				
	11,40				7,95					
	12,00		Ghiaia eterometrica, poligenica, subarrotondata con sabbia fine, debolmente limosa, colore nocciola, asciutta.	0,6	9,00	CR2				
					9,45					
					10,50					
					9-12-12 (A)	11,50				
					10,95					
					12,00	CR3				
					10-17-16 (A)	12,00				
					12,45					

NOTE:

# Sondaggio: S4

Ciente: NORD ING S.r.l.

Progetto: Esecuzione di indagini geognostiche

Località: Saronno (VA)

Sistema di coordinate UTM/WGS84

Coord. EST: 502277,268

Coord. NORD: 5052630,196

Quota: 211,63 m s.l.m.

Profondità: 12 m

Sistema perforazione: Carotaggio continuo

Diam. min. (mm): 131

Diam. max. (mm): 152

Sonda perforatrice: Geomarc GM1000

Data esecuzione: 20.01.21

Operatore: Salvatore Iacono

Geologo: Giampiero Isella

Allestimento: Foro ritombato

Revisione: 0



Tecno In S.p.A.  
Via G. Marcora 52  
20097 San Donato Milanese (MI)  
Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Scala (m)	Profondità (m p.c.)	Litologia	Stratigrafia	Spessore (m)	SPT (N1,N2,N3) (A) Punta aperta (C) Punta chiusa	Campioni Geotecnici	Carotiere (m)	Rivestimento	Prove Lefranc	DPSH4 numero di colpi
0	0,00			0,1						
	0,10			0,7						
1	0,80									
2			Ghiaia prevalentemente fine e media, subarrotondata, con sabbia debolmente limosa, presenti ciottoli da -2,00 m (diam. max 8 cm), colore bruno-nocciola.	2,4						
3	3,20				3,00					
4			Ghiaia eterometrica, subarrotondata, localmente alterata e ciottoli (diam. max 10 cm), sabbiosa, da debolmente limosa a limosa, color bruno-nocciola, asciutta.	1,4	7-19-21 (A)	3,50				
5	4,60				3,45	CR1				
6	5,50		Sabbia debolmente limosa, con ghiaia fine e media, colore bruno-nocciola, asciutta.	0,9	4,50	4,00				
7	7,00				17-15-13 (A)					
8			Sabbia da limosa a debolmente limosa, con ghiaia eterometrica, subarrotondata e subordinati ciottoli (diam. max 10 cm), colore bruno-nocciola, asciutta.	1,5	4,95					
9	10,50				6,00					
10					13-21-19 (A)					
11	12,00				6,45					
12					7,50	7,50				
					9-11-1 (A)	CR2				
					7,95	8,00				
					9,00					
					11-14-15 (A)					
					9,45					
					10,50					
					8-23-24 (A)	11,00				
					10,95	CR3				
					12,00	11,50				
					13-19-18 (A)					
					12,45					

NOTE:

## **ALLEGATO 2: PROVE LEFRANC**



## ELABORAZIONE

### PROVA DI PERMEABILITA' - METODO LEFRANC - A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE **Nord\_Ing**  
 Sigla Perforo **S1**  
 Data esecuzione **15/01/2021**

LOCALITA' **Saronno (VA)**  
 Prova N° **1**

Tratto in prova **2,00 2,50 m dal p.c.**

**materiale costituente il tratto in prova: SABBIA LIMOSA CON GHIAIA**

Profondità foro dal piano campagna (metri)	2,50
Livello fondo dal p.c. (metri) - falda assente	<b>2,50</b>
Profondità rivestimento dal p.c. (metri)	2,00
Sporgenza testa tubo di rivestimento dal p.c. (metri)	0,60
Diametro tubo di rivestimento interno (mm)	134
Altezza colonna d'acqua (metri)	<b>3,10</b>
Diametro tratto del foro in prova (mm)	152
Lunghezza tratto in prova (m)	<b>0,50</b>
Fattore di forma $C_f$	<b>1,65</b>

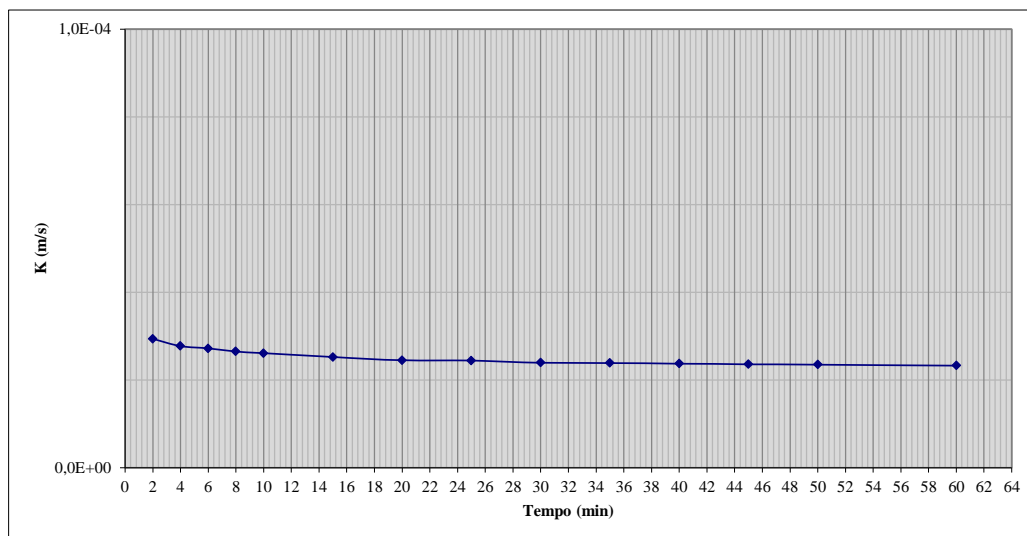
Tempi (sec)	Tempo (min)	Altezza H <sub>2</sub> O rispetto alla falda(m)	Acqua immessa (litri)	Portata immessa (l/s)	Portata immessa (mc/s)	K (m/s)
0	0	3,10			0,0E+00	0,0E+00
120	2	3,10	18,00	<b>1,5E-01</b>	1,5E-04	2,9E-05
240	4	3,10	34,00	<b>1,4E-01</b>	1,4E-04	2,8E-05
360	6	3,10	50,00	<b>1,4E-01</b>	1,4E-04	2,7E-05
480	8	3,10	65,00	<b>1,4E-01</b>	1,4E-04	2,7E-05
600	10	3,10	80,00	<b>1,3E-01</b>	1,3E-04	2,6E-05
900	15	3,10	116,00	<b>1,3E-01</b>	1,3E-04	2,5E-05
1200	20	3,10	150,00	<b>1,3E-01</b>	1,3E-04	2,4E-05
1500	25	3,10	187,00	<b>1,2E-01</b>	1,2E-04	2,4E-05
1800	30	3,10	220,00	<b>1,2E-01</b>	1,2E-04	2,4E-05
2100	35	3,10	256,00	<b>1,2E-01</b>	1,2E-04	2,4E-05
2400	40	3,10	291,00	<b>1,2E-01</b>	1,2E-04	2,4E-05
2700	45	3,10	325,00	<b>1,2E-01</b>	1,2E-04	2,4E-05
3000	50	3,10	360,00	<b>1,2E-01</b>	1,2E-04	2,3E-05
3600	60	3,10	428,00	<b>1,2E-01</b>	1,2E-04	2,3E-05

Formula per il calcolo della permeabilità

$$K = Q / C_f \cdot h$$

K=coefficiente di permeabilità (m/sec)  
 Q=portata immessa (mc/s)  
 $C_f$ =coefficiente di forma (m)  
 h=altezza dell'acqua rispetto alla falda (m) (carico idraulico)

Fattore di forma  $C_f$  "filtro cilindrico terreno omogeneo" Horslev 1951; CIRIA Reports n°113,1986 (da Cestari 2005-Tanzini 2002)



**K media m/s 2,6E-05**

## ELABORAZIONE

### PROVA DI PERMEABILITA' - METODO LEFRANC - A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE **Nord\_Ing**  
 Sigla Perforo **S1**  
 Data esecuzione **15/01/2021**

LOCALITA' **Saronno (VA)**  
 Prova N° **2**

Tratto in prova **4,00** **4,50 m dal p.c.**

**materiale costituente il tratto in prova: SABBIA LIMOSO-ARGILLOSA CON GHIAIA**

Profondità foro dal piano campagna (metri)	4,50
Livello fondo dal p.c. (metri) - falda assente	<b>4,50</b>
Profondità rivestimento dal p.c. (metri)	4,00
Sporgenza testa tubo di rivestimento dal p.c. (metri)	0,60
Diametro tubo di rivestimento interno (mm)	134
Altezza colonna d'acqua (metri)	<b>5,10</b>
Diametro tratto del foro in prova (mm)	152
Lunghezza tratto in prova (m)	<b>0,50</b>
Fattore di forma $C_f$	<b>1,65</b>

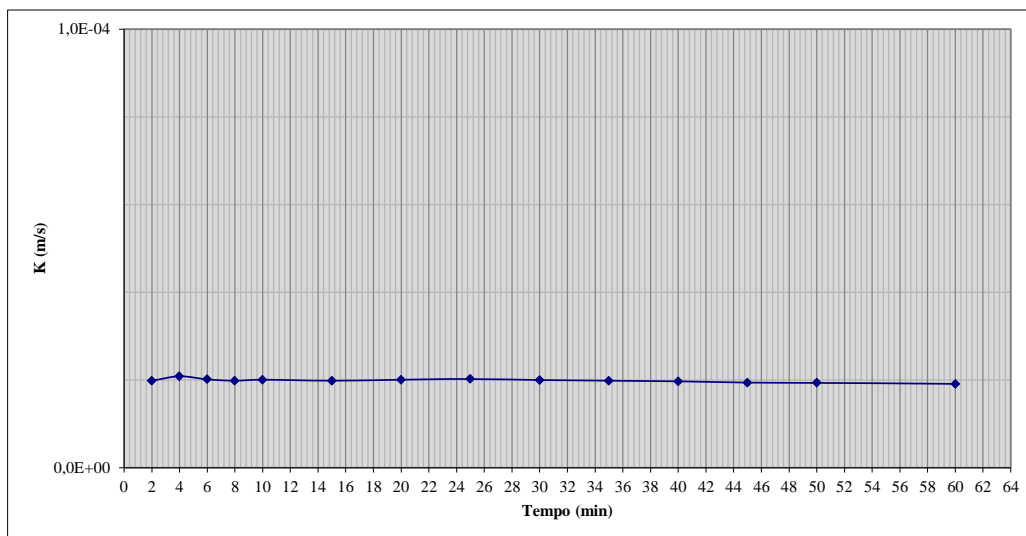
Tempi (sec)	Tempo (min)	Altezze H <sub>2</sub> O rispetto alla falda(m)	Acqua immessa (litri)	Portata immessa (l/s)	Portata immessa (mc/s)	K (m/s)
0	0	5,10			0,0E+00	0,0E+00
120	2	5,10	20,00	<b>1,7E-01</b>	1,7E-04	2,0E-05
240	4	5,10	42,00	<b>1,8E-01</b>	1,8E-04	2,1E-05
360	6	5,10	61,00	<b>1,7E-01</b>	1,7E-04	2,0E-05
480	8	5,10	80,00	<b>1,7E-01</b>	1,7E-04	2,0E-05
600	10	5,10	101,00	<b>1,7E-01</b>	1,7E-04	2,0E-05
900	15	5,10	150,00	<b>1,7E-01</b>	1,7E-04	2,0E-05
1200	20	5,10	202,00	<b>1,7E-01</b>	1,7E-04	2,0E-05
1500	25	5,10	255,00	<b>1,7E-01</b>	1,7E-04	2,0E-05
1800	30	5,10	302,00	<b>1,7E-01</b>	1,7E-04	2,0E-05
2100	35	5,10	350,00	<b>1,7E-01</b>	1,7E-04	2,0E-05
2400	40	5,10	397,00	<b>1,7E-01</b>	1,7E-04	2,0E-05
2700	45	5,10	440,00	<b>1,6E-01</b>	1,6E-04	1,9E-05
3000	50	5,10	488,00	<b>1,6E-01</b>	1,6E-04	1,9E-05
3600	60	5,10	578,00	<b>1,6E-01</b>	1,6E-04	1,9E-05

Formula per il calcolo della permeabilità

$$K = Q / C_f * h$$

K=coefficiente di permeabilità (m/sec)  
 Q=portata immessa (mc/s)  
 $C_f$ =coefficiente di forma (m)  
 h=altezza dell'acqua rispetto alla falda (m) (carico idraulico)

Fattore di forma  $C_f$  "filtro cilindrico terreno omogeneo" Horslev 1951; CIRIA Reports n°113,1986 (da Cestari 2005-Tanzini 2002)



**K media m/s 2,0E-05**

**ELABORAZIONE**  
**PROVA DI PERMEABILITA' - METODO LEFRANC - A CARICO COSTANTE**

COMMITTENTE **Nord\_Ing**  
Sigla Perforo **S1**  
Data esecuzione **15/01/2021**

LOCALITA' **Saronno (VA)**  
Prova N° **3**

Tratto in prova **5,50** **6,00 m dal p.c.**

**materiale costituente il tratto in prova: SABBIA LIMOSO-ARGILLOSA CON GHIAIA**

Profondità foro dal piano campagna (metri)	6,00
Livello fondo dal p.c. (metri) - falda assente	<b>6,00</b>
Profondità rivestimento dal p.c. (metri)	5,50
Sporgenza testa tubo di rivestimento dal p.c. (metri)	0,60
Diametro tubo di rivestimento interno (mm)	134
Altezza colonna d'acqua (metri)	<b>6,60</b>
Diametro tratto del foro in prova (mm)	152
Lunghezza tratto in prova (m)	<b>0,50</b>
Fattore di forma $C_f$	<b>1,65</b>

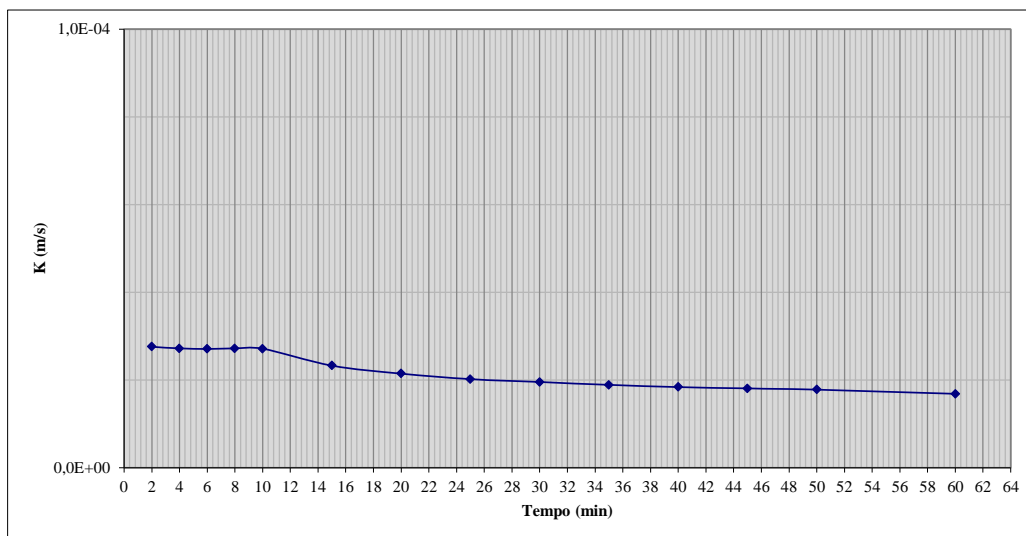
Tempi (sec)	Tempo (min)	Altezze H <sub>2</sub> O rispetto alla falda(m)	Acqua immessa (litri)	Portata immessa (l/s)	Portata immessa (mc/s)	K (m/s)
0	0	6,60			0,0E+00	0,0E+00
120	2	6,60	36,00	<b>3,0E-01</b>	3,0E-04	2,8E-05
240	4	6,60	71,00	<b>3,0E-01</b>	3,0E-04	2,7E-05
360	6	6,60	106,00	<b>2,9E-01</b>	2,9E-04	2,7E-05
480	8	6,60	142,00	<b>3,0E-01</b>	3,0E-04	2,7E-05
600	10	6,60	177,00	<b>3,0E-01</b>	3,0E-04	2,7E-05
900	15	6,60	228,00	<b>2,5E-01</b>	2,5E-04	2,3E-05
1200	20	6,60	280,00	<b>2,3E-01</b>	2,3E-04	2,1E-05
1500	25	6,60	329,00	<b>2,2E-01</b>	2,2E-04	2,0E-05
1800	30	6,60	382,00	<b>2,1E-01</b>	2,1E-04	2,0E-05
2100	35	6,60	431,00	<b>2,1E-01</b>	2,1E-04	1,9E-05
2400	40	6,60	480,00	<b>2,0E-01</b>	2,0E-04	1,8E-05
2700	45	6,60	530,00	<b>2,0E-01</b>	2,0E-04	1,8E-05
3000	50	6,60	581,00	<b>1,9E-01</b>	1,9E-04	1,8E-05
3600	60	6,60	658,00	<b>1,8E-01</b>	1,8E-04	1,7E-05

Formula per il calcolo della permeabilità

$$K = Q / C_f * h$$

K=coefficiente di permeabilità (m/sec)  
Q=portata immessa (mc/s)  
 $C_f$ =coefficiente di forma (m)  
h=altezza dell'acqua rispetto alla falda (m) (carico idraulico)

Fattore di forma  $C_f$  "filtro cilindrico terreno omogeneo" Horslev 1951; CIRIA Reports n°113,1986 (da Cestari 2005-Tanzini 2002)



**K media m/s 2,5E-05**

## ELABORAZIONE

### PROVA DI PERMEABILITA' - METODO LEFRANC - A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE **Nord\_Ing**  
 Sigla Perforo **S2**  
 Data esecuzione **13/01/2021**

LOCALITA' **Saronno (VA)**  
 Prova N° **1**

Tratto in prova **2,00** **2,50 m dal p.c.**

**materiale costituente il tratto in prova: SABBIA FINE LIMOSA CON GHIAIA E CIOTTOLI**

Profondità foro dal piano campagna (metri)	2,50
Livello fondo foro dal p.c. (metri) - falda assente	<b>2,50</b>
Profondità rivestimento dal p.c. (metri)	2,00
Sporgenza testa tubo di rivestimento dal p.c. (metri)	0,50
Diametro tubo di rivestimento interno (mm)	134
Altezza colonna d'acqua (metri)	<b>3,00</b>
Diametro tratto del foro in prova (mm)	152
Lunghezza tratto in prova (m)	<b>0,50</b>
Fattore di forma $C_f$	<b>1,65</b>

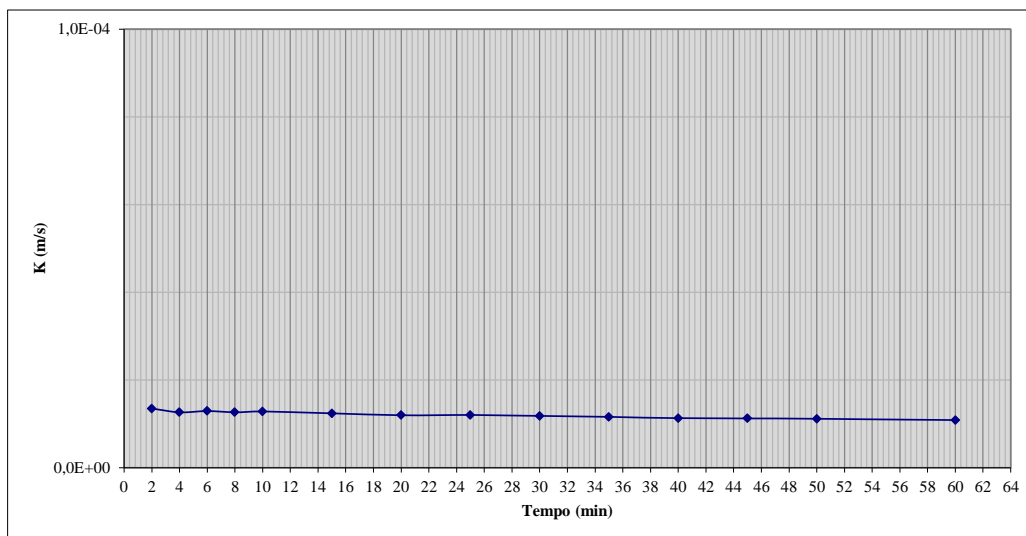
Tempi (sec)	Tempo (min)	Altezza H <sub>2</sub> O rispetto alla falda(m)	Acqua immessa (litri)	Portata immessa (l/s)	Portata immessa (mc/s)	K (m/s)
0	0	3,00			0,0E+00	0,0E+00
120	2	3,00	8,00	<b>6,7E-02</b>	6,7E-05	1,3E-05
240	4	3,00	15,00	<b>6,3E-02</b>	6,3E-05	1,3E-05
360	6	3,00	23,00	<b>6,4E-02</b>	6,4E-05	1,3E-05
480	8	3,00	30,00	<b>6,3E-02</b>	6,3E-05	1,3E-05
600	10	3,00	38,00	<b>6,3E-02</b>	6,3E-05	1,3E-05
900	15	3,00	55,00	<b>6,1E-02</b>	6,1E-05	1,2E-05
1200	20	3,00	71,00	<b>5,9E-02</b>	5,9E-05	1,2E-05
1500	25	3,00	89,00	<b>5,9E-02</b>	5,9E-05	1,2E-05
1800	30	3,00	105,00	<b>5,8E-02</b>	5,8E-05	1,2E-05
2100	35	3,00	120,00	<b>5,7E-02</b>	5,7E-05	1,2E-05
2400	40	3,00	134,00	<b>5,6E-02</b>	5,6E-05	1,1E-05
2700	45	3,00	150,00	<b>5,6E-02</b>	5,6E-05	1,1E-05
3000	50	3,00	165,00	<b>5,5E-02</b>	5,5E-05	1,1E-05
3600	60	3,00	193,00	<b>5,4E-02</b>	5,4E-05	1,1E-05

Formula per il calcolo della permeabilità

$$K = Q / C_f \cdot h$$

K=coefficiente di permeabilità (m/sec)  
 Q=portata immessa (mc/s)  
 $C_f$ =coefficiente di forma (m)  
 h=altezza dell'acqua rispetto alla falda (m) (carico idraulico)

Fattore di forma  $C_f$  "filtro cilindrico terreno omogeneo" Horslev 1951; CIRIA Reports n°113,1986 (da Cestari 2005-Tanzini 2002)



K media m/s **1,3E-05**



## ELABORAZIONE

### PROVA DI PERMEABILITA' - METODO LEFRANC - A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE **Nord\_Ing**  
 Sigla Perforo **S2**  
 Data esecuzione **13/01/2021**

LOCALITA' **Saronno (VA)**  
 Prova N° **2**

Tratto in prova **4,00 4,50 m dal p.c.**

**materiale costituente il tratto in prova: SABBIA FINE LIMOSA CON GHIAIA**

Profondità foro dal piano campagna (metri)	4,50
Livello fondo foro dal p.c. (metri) - falda assente	<b>4,50</b>
Profondità rivestimento dal p.c. (metri)	4,00
Sporgenza testa tubo di rivestimento dal p.c. (metri)	0,50
Diametro tubo di rivestimento interno (mm)	134
Altezza colonna d'acqua (metri)	<b>5,00</b>
Diametro tratto del foro in prova (mm)	152
Lunghezza tratto in prova (m)	<b>0,50</b>
Fattore di forma $C_f$	<b>1,65</b>

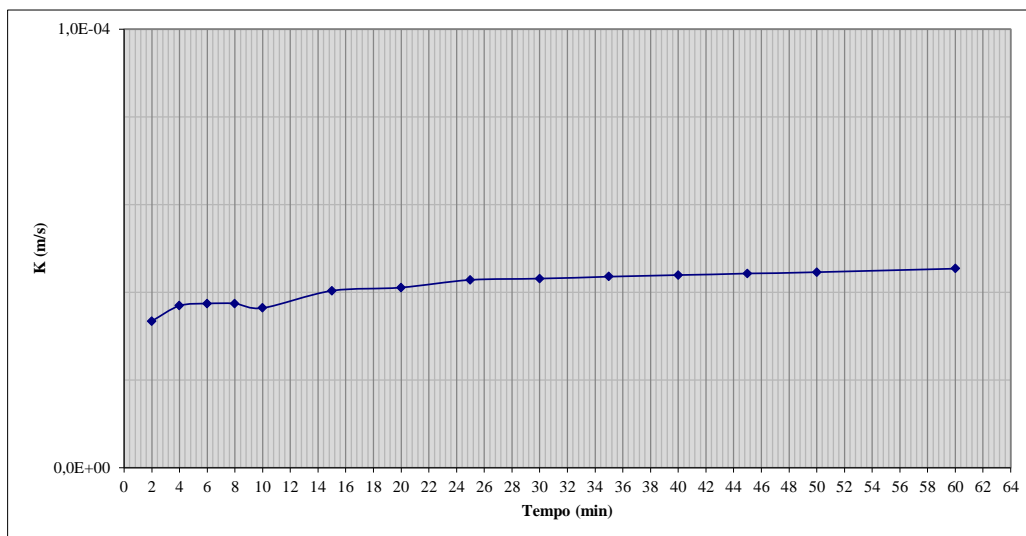
Tempi (sec)	Tempo (min)	Altezza H <sub>2</sub> O rispetto alla falda(m)	Acqua immessa (litri)	Portata immessa (l/s)	Portata immessa (mc/s)	K (m/s)
0	0	5,00			0,0E+00	0,0E+00
120	2	5,00	33,00	<b>2,8E-01</b>	2,8E-04	3,3E-05
240	4	5,00	73,00	<b>3,0E-01</b>	3,0E-04	3,7E-05
360	6	5,00	111,00	<b>3,1E-01</b>	3,1E-04	3,7E-05
480	8	5,00	148,00	<b>3,1E-01</b>	3,1E-04	3,7E-05
600	10	5,00	180,00	<b>3,0E-01</b>	3,0E-04	3,6E-05
900	15	5,00	299,00	<b>3,3E-01</b>	3,3E-04	4,0E-05
1200	20	5,00	406,00	<b>3,4E-01</b>	3,4E-04	4,1E-05
1500	25	5,00	529,00	<b>3,5E-01</b>	3,5E-04	4,3E-05
1800	30	5,00	639,00	<b>3,6E-01</b>	3,6E-04	4,3E-05
2100	35	5,00	754,00	<b>3,6E-01</b>	3,6E-04	4,4E-05
2400	40	5,00	868,00	<b>3,6E-01</b>	3,6E-04	4,4E-05
2700	45	5,00	985,00	<b>3,6E-01</b>	3,6E-04	4,4E-05
3000	50	5,00	1101,00	<b>3,7E-01</b>	3,7E-04	4,5E-05
3600	60	5,00	1347,00	<b>3,7E-01</b>	3,7E-04	4,5E-05

Formula per il calcolo della permeabilità

$$K = Q / C_f \cdot h$$

K=coefficiente di permeabilità (m/sec)  
 Q=portata immessa (mc/s)  
 $C_f$ =coefficiente di forma (m)  
 h=altezza dell'acqua rispetto alla falda (m) (carico idraulico)

Fattore di forma  $C_f$  "filtro cilindrico terreno omogeneo" Horslev 1951; CIRIA Reports n°113,1986 (da Cestari 2005-Tanzini 2002)



**K media m/s 3,9E-05**

## ELABORAZIONE

### PROVA DI PERMEABILITA' - METODO LEFRANC - A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE **Nord\_Ing**  
 Sigla Perforo **S2**  
 Data esecuzione **13/01/2021**

LOCALITA' **Saronno (VA)**  
 Prova N° **3**

Tratto in prova **5,50** **6,00 m dal p.c.**

**materiale costituente il tratto in prova: SABBIA  
 FINE ARGILLOSO-LIMOSA CON GHIAIA E  
 CIOTTOLI**

Profondità foro dal piano campagna (metri)	6,00
Livello fondo foro dal p.c. (metri) - falda assente	<b>6,00</b>
Profondità rivestimento dal p.c. (metri)	5,50
Sporgenza testa tubo di rivestimento dal p.c. (metri)	0,60
Diametro tubo di rivestimento interno (mm)	2 134
Altezza colonna d'acqua (metri)	<b>6,60</b>
Diametro tratto del foro in prova (mm)	152
Lunghezza tratto in prova (m)	<b>0,50</b>
Fattore di forma $C_f$	<b>1,65</b>

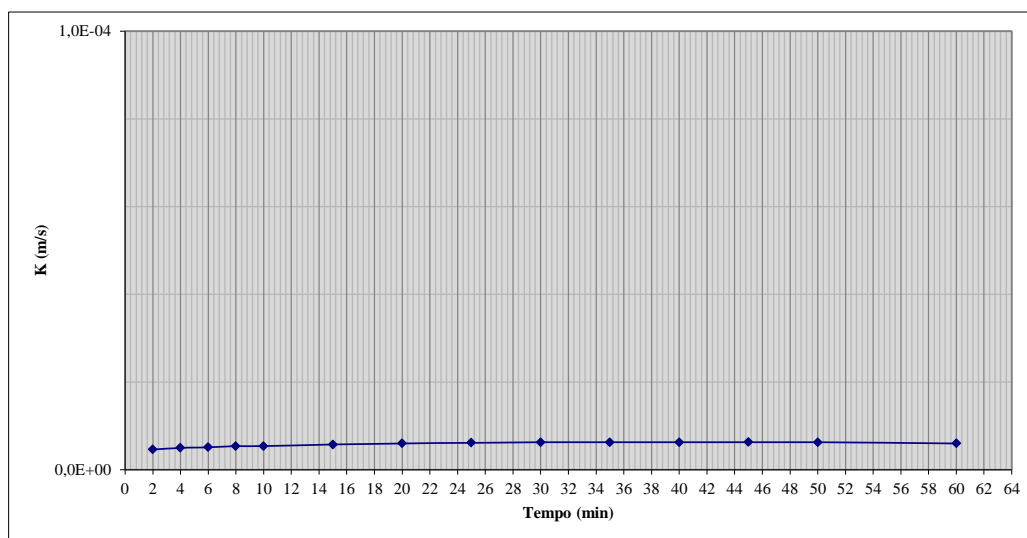
Tempi (sec)	Tempo (min)	Altezza H <sub>2</sub> O rispetto alla falda(m)	Acqua immessa (litri)	Portata immessa (l/s)	Portata immessa (mc/s)	K (m/s)
0	0	6,60			0,0E+00	0,0E+00
120	2	6,60	6,00	<b>5,0E-02</b>	5,0E-05	4,6E-06
240	4	6,60	13,00	<b>5,4E-02</b>	5,4E-05	5,0E-06
360	6	6,60	20,00	<b>5,6E-02</b>	5,6E-05	5,1E-06
480	8	6,60	28,00	<b>5,8E-02</b>	5,8E-05	5,4E-06
600	10	6,60	35,00	<b>5,8E-02</b>	5,8E-05	5,4E-06
900	15	6,60	56,00	<b>6,2E-02</b>	6,2E-05	5,7E-06
1200	20	6,60	78,00	<b>6,5E-02</b>	6,5E-05	6,0E-06
1500	25	6,60	100,00	<b>6,7E-02</b>	6,7E-05	6,1E-06
1800	30	6,60	122,00	<b>6,8E-02</b>	6,8E-05	6,2E-06
2100	35	6,60	143,00	<b>6,8E-02</b>	6,8E-05	6,3E-06
2400	40	6,60	163,00	<b>6,8E-02</b>	6,8E-05	6,2E-06
2700	45	6,60	184,00	<b>6,8E-02</b>	6,8E-05	6,3E-06
3000	50	6,60	204,00	<b>6,8E-02</b>	6,8E-05	6,3E-06
3600	60	6,60	235,00	<b>6,5E-02</b>	6,5E-05	6,0E-06

Formula per il calcolo della permeabilità

$$K = Q / C_f \cdot h$$

K=coefficiente di permeabilità (m/sec)  
 Q=portata immessa (mc/s)  
 $C_f$ =coefficiente di forma (m)  
 h=altezza dell'acqua rispetto alla falda (m) (carico idraulico)

Fattore di forma  $C_f$  "filtro cilindrico terreno omogeneo" Horslev 1951; CIRIA Reports n°113,1986 (da Cestari 2005-Tanzini 2002)



**K media m/s 5,5E-06**

## **ALLEGATO 3: ELABORATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H.**

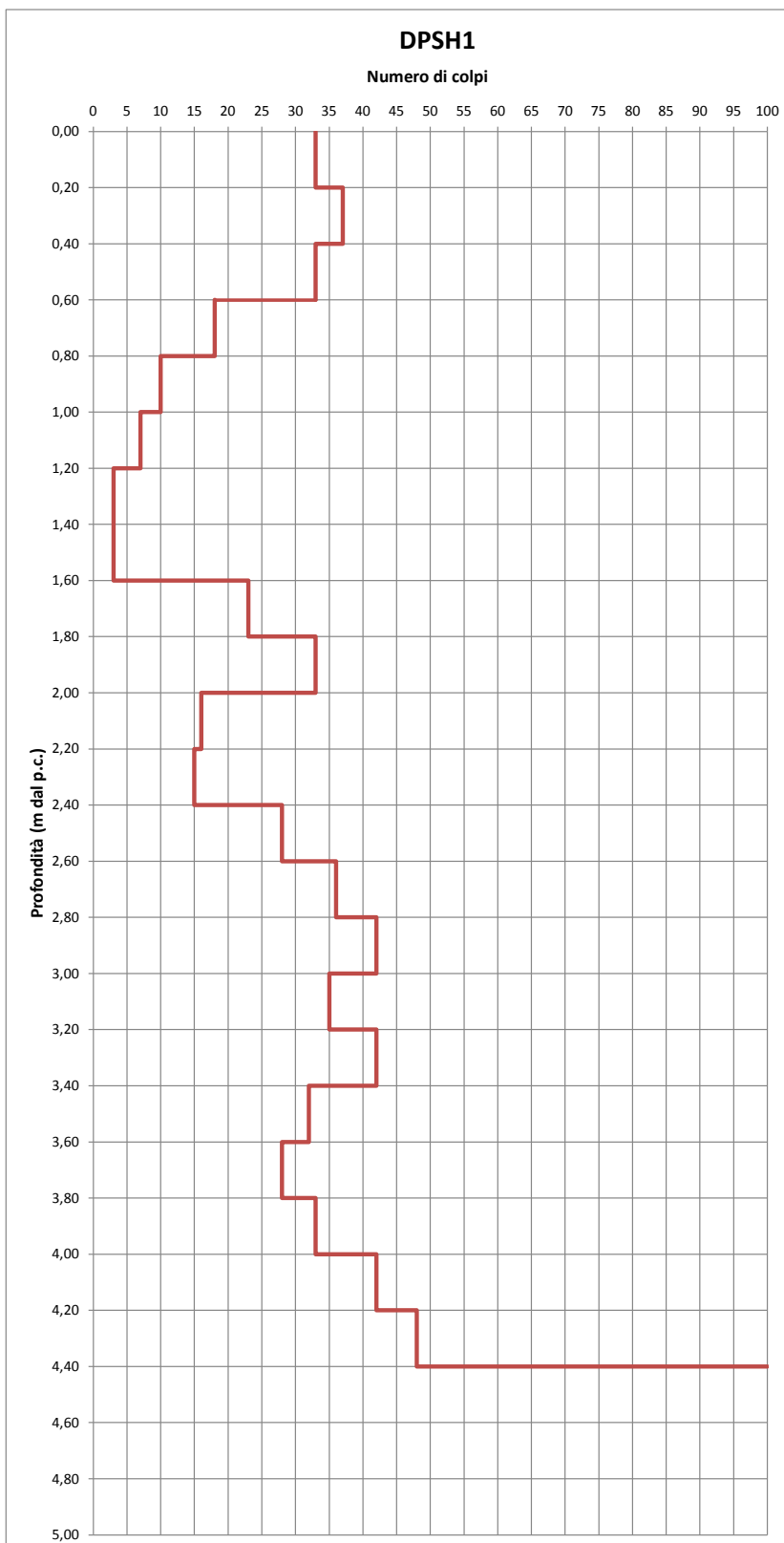
<u>Committente:</u>	Nord Ing.	<u>Reg.Com.</u>	299-20
<u>Località:</u>	Saronno (VA)		
<u>Cantiere:</u>	Saronno (VA)		
<u>Data Prova</u>	05/01/2021		
<u>Prova n.:</u>	DPSH1		
<u>Profondità (m):</u>	4,60		
<u>Tipo di penetrometro:</u>	Pagani TG63-200		
		<u>Pagina</u>	1 di 2

Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi
0,2	33	6,2		12,2		18,2		24,2		30,2	
0,4	37	6,4		12,4		18,4		24,4		30,4	
0,6	33	6,6		12,6		18,6		24,6		30,6	
0,8	18	6,8		12,8		18,8		24,8		30,8	
1	10	7		13		19		25		31	
1,2	7	7,2		13,2		19,2		25,2		31,2	
1,4	3	7,4		13,4		19,4		25,4		31,4	
1,6	3	7,6		13,6		19,6		25,6		31,6	
1,8	23	7,8		13,8		19,8		25,8		31,8	
2	33	8		14		20		26		32	
2,2	16	8,2		14,2		20,2		26,2		32,2	
2,4	15	8,4		14,4		20,4		26,4		32,4	
2,6	28	8,6		14,6		20,6		26,6		32,6	
2,8	36	8,8		14,8		20,8		26,8		32,8	
3	42	9		15		21		27		33	
3,2	35	9,2		15,2		21,2		27,2		33,2	
3,4	42	9,4		15,4		21,4		27,4		33,4	
3,6	32	9,6		15,6		21,6		27,6		33,6	
3,8	28	9,8		15,8		21,8		27,8		33,8	
4	33	10		16		22		28		34	
4,2	42	10,2		16,2		22,2		28,2		34,2	
4,4	48	10,4		16,4		22,4		28,4		34,4	
4,6	100	10,6		16,6		22,6		28,6		34,6	
4,8		10,8		16,8		22,8		28,8		34,8	
5		11		17		23		29		35	
5,2		11,2		17,2		23,2		29,2		35,2	
5,4		11,4		17,4		23,4		29,4		35,4	
5,6		11,6		17,6		23,6		29,6		35,6	
5,8		11,8		17,8		23,8		29,8		35,8	
6		12		18		24		30		36	

NOTE



Committente:	Nord Ing.	Reg.Com.	299-20
Località:	Saronno (VA)		
Cantiere:	Saronno (VA)		
Data Prova	05/01/2021		
Prova n.:	DPSH1		
Profondità (m):	4,60		
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63-200		
		Pagina	2 di 2

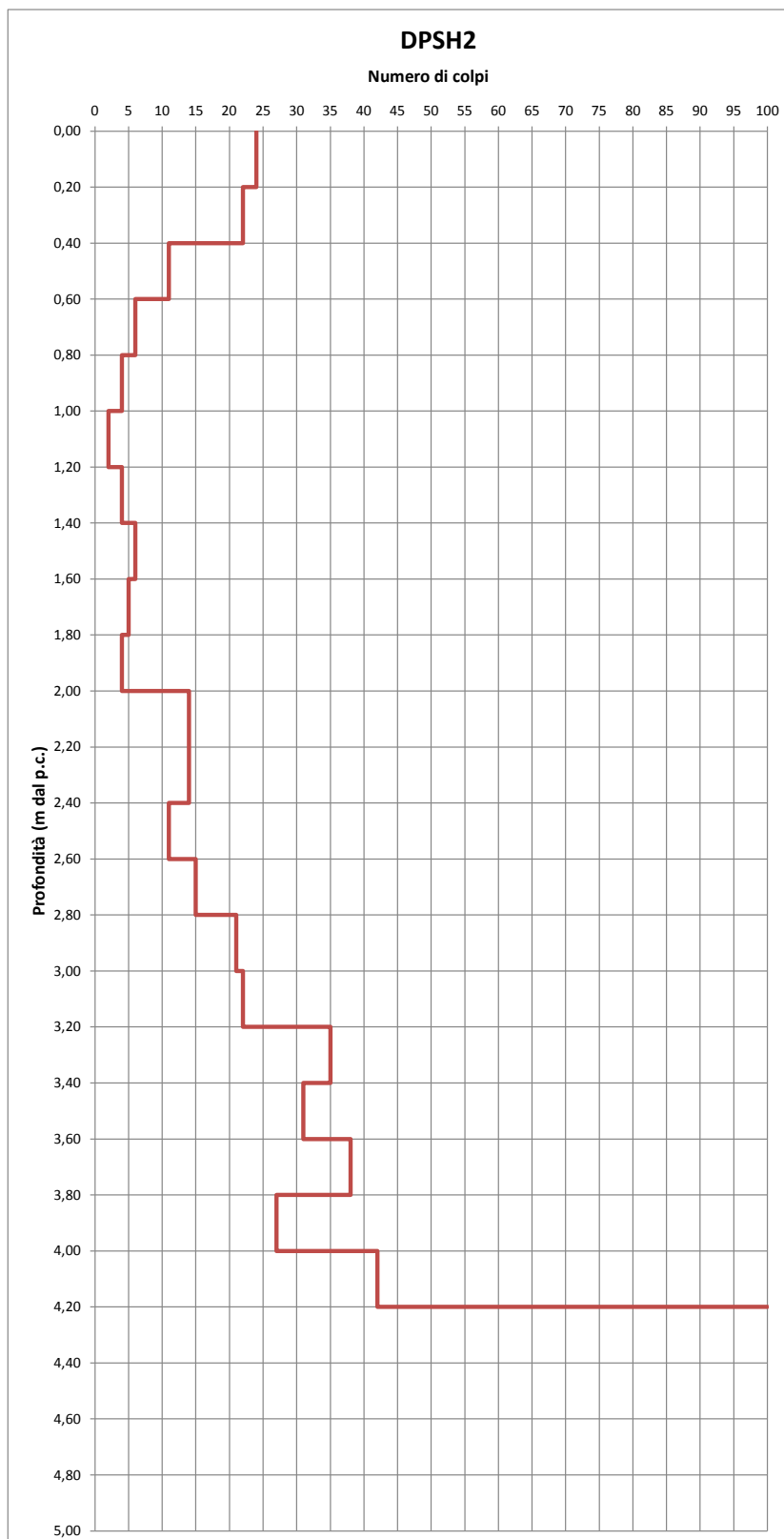


Committente:	Nord Ing.	Reg.Com.	299-20
Località:	Saronno (VA)		
Cantiere:	Saronno (VA)		
Data Prova	05/01/2021		
Prova n.:	DPSH2		
Profondità (m):	4,40		
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63-200		
		Pagina	1 di 2

Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi
0,2	24	6,2		12,2		18,2		24,2		30,2	
0,4	22	6,4		12,4		18,4		24,4		30,4	
0,6	11	6,6		12,6		18,6		24,6		30,6	
0,8	6	6,8		12,8		18,8		24,8		30,8	
1	4	7		13		19		25		31	
1,2	2	7,2		13,2		19,2		25,2		31,2	
1,4	4	7,4		13,4		19,4		25,4		31,4	
1,6	6	7,6		13,6		19,6		25,6		31,6	
1,8	5	7,8		13,8		19,8		25,8		31,8	
2	4	8		14		20		26		32	
2,2	14	8,2		14,2		20,2		26,2		32,2	
2,4	14	8,4		14,4		20,4		26,4		32,4	
2,6	11	8,6		14,6		20,6		26,6		32,6	
2,8	15	8,8		14,8		20,8		26,8		32,8	
3	21	9		15		21		27		33	
3,2	22	9,2		15,2		21,2		27,2		33,2	
3,4	35	9,4		15,4		21,4		27,4		33,4	
3,6	31	9,6		15,6		21,6		27,6		33,6	
3,8	38	9,8		15,8		21,8		27,8		33,8	
4	27	10		16		22		28		34	
4,2	42	10,2		16,2		22,2		28,2		34,2	
4,4	100	10,4		16,4		22,4		28,4		34,4	
4,6		10,6		16,6		22,6		28,6		34,6	
4,8		10,8		16,8		22,8		28,8		34,8	
5		11		17		23		29		35	
5,2		11,2		17,2		23,2		29,2		35,2	
5,4		11,4		17,4		23,4		29,4		35,4	
5,6		11,6		17,6		23,6		29,6		35,6	
5,8		11,8		17,8		23,8		29,8		35,8	
6		12		18		24		30		36	

NOTE
------

Committente:	Nord Ing.	Reg.Com.	299-20
Località:	Saronno (VA)		
Cantiere:	Saronno (VA)		
Data Prova	05/01/2021		
Prova n.:	DPSH2		
Profondità (m):	4,40		
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63-200		
		Pagina	2 di 2

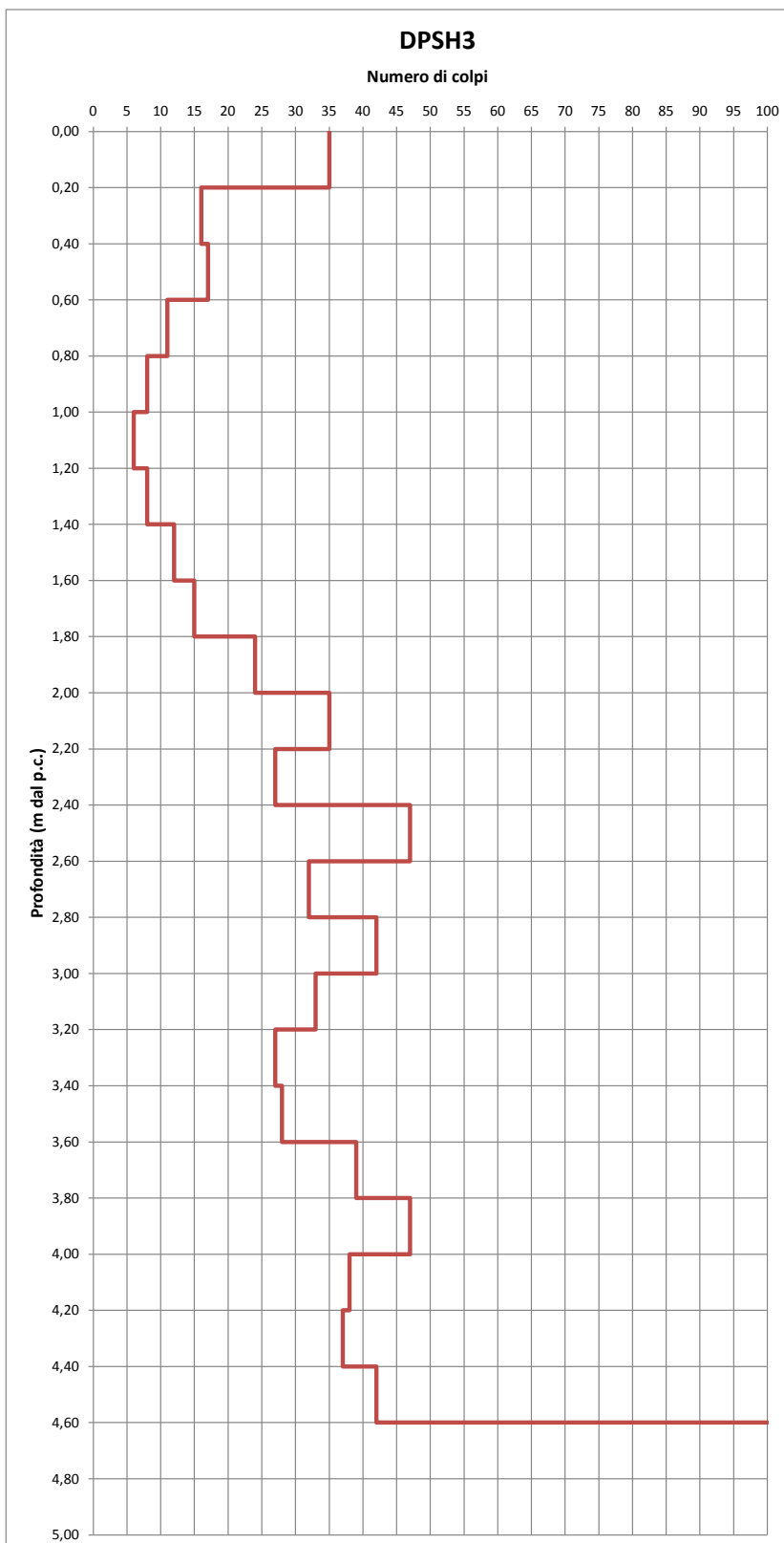


<u>Committente:</u>	Nord Ing.	<u>Reg.Com.</u>	299-20
<u>Località:</u>	Saronno (VA)		
<u>Cantiere:</u>	Saronno (VA)		
<u>Data Prova</u>	05/01/2021		
<u>Prova n.:</u>	DPSH3		
<u>Profondità (m):</u>	4,80		
<u>Tipo di penetrometro:</u>	Pagani TG63-200		
		<u>Pagina</u>	1 di 2

Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi
0,2	35	6,2		12,2		18,2		24,2		30,2	
0,4	16	6,4		12,4		18,4		24,4		30,4	
0,6	17	6,6		12,6		18,6		24,6		30,6	
0,8	11	6,8		12,8		18,8		24,8		30,8	
1	8	7		13		19		25		31	
1,2	6	7,2		13,2		19,2		25,2		31,2	
1,4	8	7,4		13,4		19,4		25,4		31,4	
1,6	12	7,6		13,6		19,6		25,6		31,6	
1,8	15	7,8		13,8		19,8		25,8		31,8	
2	24	8		14		20		26		32	
2,2	35	8,2		14,2		20,2		26,2		32,2	
2,4	27	8,4		14,4		20,4		26,4		32,4	
2,6	47	8,6		14,6		20,6		26,6		32,6	
2,8	32	8,8		14,8		20,8		26,8		32,8	
3	42	9		15		21		27		33	
3,2	33	9,2		15,2		21,2		27,2		33,2	
3,4	27	9,4		15,4		21,4		27,4		33,4	
3,6	28	9,6		15,6		21,6		27,6		33,6	
3,8	39	9,8		15,8		21,8		27,8		33,8	
4	47	10		16		22		28		34	
4,2	38	10,2		16,2		22,2		28,2		34,2	
4,4	37	10,4		16,4		22,4		28,4		34,4	
4,6	42	10,6		16,6		22,6		28,6		34,6	
4,8	100	10,8		16,8		22,8		28,8		34,8	
5		11		17		23		29		35	
5,2		11,2		17,2		23,2		29,2		35,2	
5,4		11,4		17,4		23,4		29,4		35,4	
5,6		11,6		17,6		23,6		29,6		35,6	
5,8		11,8		17,8		23,8		29,8		35,8	
6		12		18		24		30		36	

NOTE
------

Committente:	Nord Ing.	Reg.Com.	299-20
Località:	Saronno (VA)		
Cantiere:	Saronno (VA)		
Data Prova	05/01/2021		
Prova n.:	DPSH3		
Profondità (m):	4,80		
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63-200		
		Pagina	2 di 2





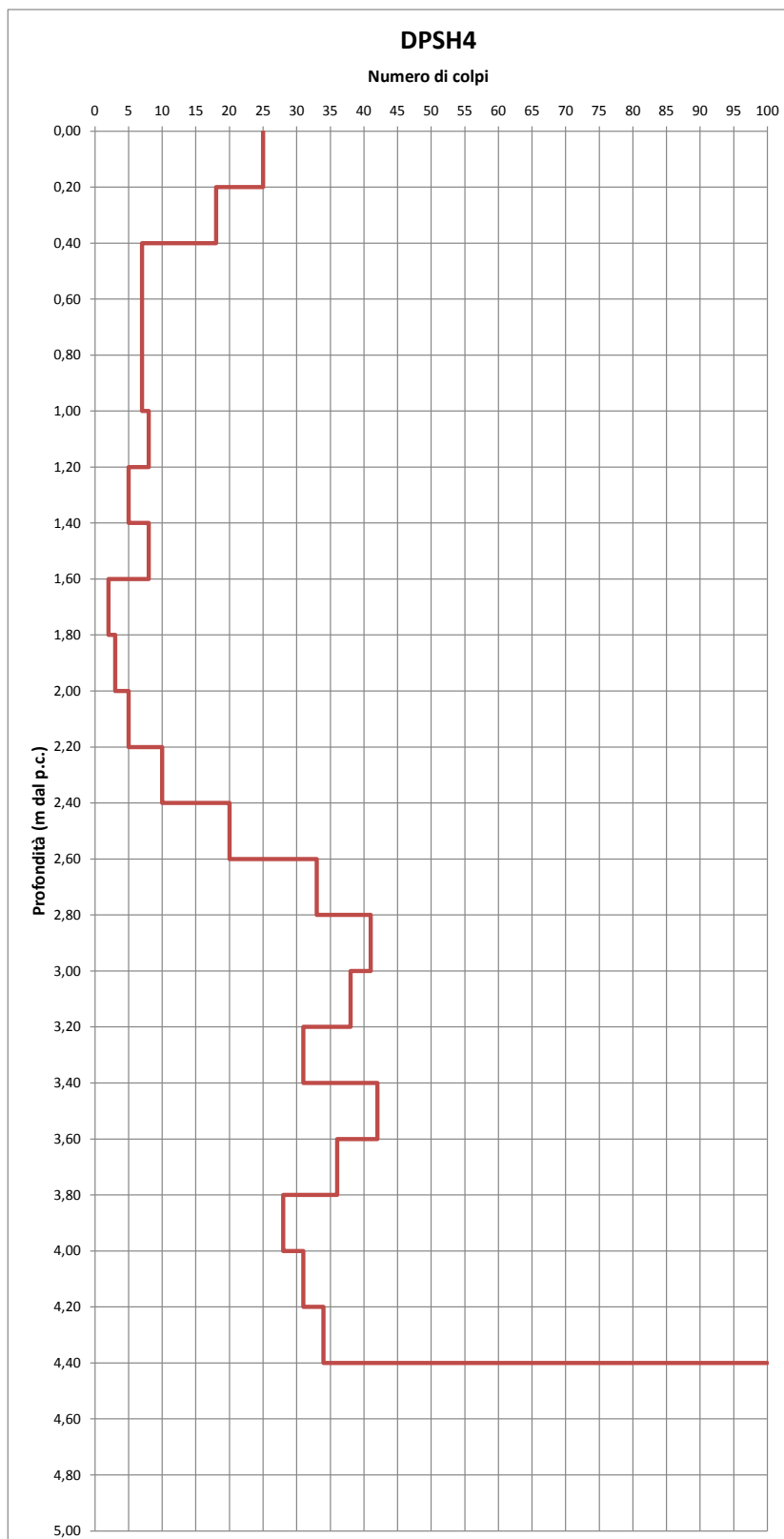
ELABORATO DI PROVA  
PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA  
D.P.S.H. (ISSMFE)

<u>Committente:</u>	Nord Ing.	<u>Reg.Com.</u>	299-20
<u>Località:</u>	Saronno (VA)		
<u>Cantiere:</u>	Saronno (VA)		
<u>Data Prova</u>	05/01/2021		
<u>Prova n.:</u>	DPSH4		
<u>Profondità (m):</u>	4,60		
<u>Tipo di penetrometro:</u>	Pagani TG63-200		
		<u>Pagina</u>	1 di 2

Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi
0,2	25	6,2		12,2		18,2		24,2		30,2	
0,4	18	6,4		12,4		18,4		24,4		30,4	
0,6	7	6,6		12,6		18,6		24,6		30,6	
0,8	7	6,8		12,8		18,8		24,8		30,8	
1	7	7		13		19		25		31	
1,2	8	7,2		13,2		19,2		25,2		31,2	
1,4	5	7,4		13,4		19,4		25,4		31,4	
1,6	8	7,6		13,6		19,6		25,6		31,6	
1,8	2	7,8		13,8		19,8		25,8		31,8	
2	3	8		14		20		26		32	
2,2	5	8,2		14,2		20,2		26,2		32,2	
2,4	10	8,4		14,4		20,4		26,4		32,4	
2,6	20	8,6		14,6		20,6		26,6		32,6	
2,8	33	8,8		14,8		20,8		26,8		32,8	
3	41	9		15		21		27		33	
3,2	38	9,2		15,2		21,2		27,2		33,2	
3,4	31	9,4		15,4		21,4		27,4		33,4	
3,6	42	9,6		15,6		21,6		27,6		33,6	
3,8	36	9,8		15,8		21,8		27,8		33,8	
4	28	10		16		22		28		34	
4,2	31	10,2		16,2		22,2		28,2		34,2	
4,4	34	10,4		16,4		22,4		28,4		34,4	
4,6	100	10,6		16,6		22,6		28,6		34,6	
4,8		10,8		16,8		22,8		28,8		34,8	
5		11		17		23		29		35	
5,2		11,2		17,2		23,2		29,2		35,2	
5,4		11,4		17,4		23,4		29,4		35,4	
5,6		11,6		17,6		23,6		29,6		35,6	
5,8		11,8		17,8		23,8		29,8		35,8	
6		12		18		24		30		36	

NOTE

Committente:	Nord Ing.	Reg.Com.	299-20
Località:	Saronno (VA)		
Cantiere:	Saronno (VA)		
Data Prova	05/01/2021		
Prova n.:	DPSH4		
Profondità (m):	4,60		
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63-200		
		Pagina	2 di 2



## **ALLEGATO 4: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLE INDAGINI**

Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: **Indagini geognostiche Saronno (VA)**

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

---

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **SONDAGGIO: S1**



Postazione sulla verticale



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m

Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: *Indagini geognostiche Saronno (VA)*

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

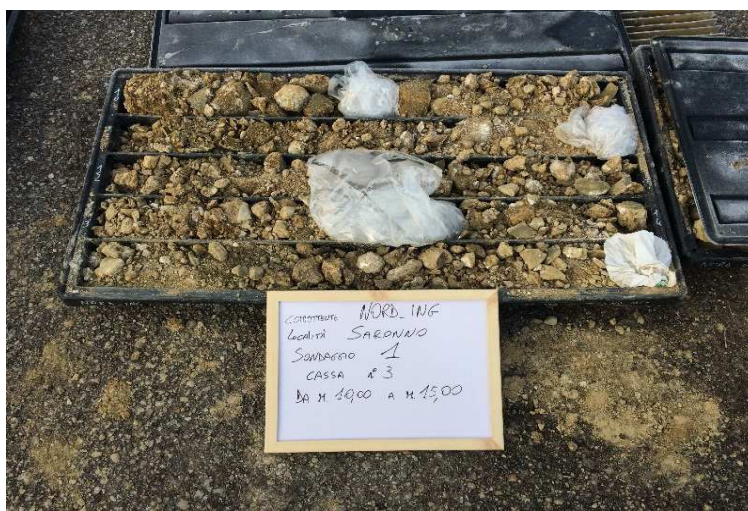
20097 San Donato Milanese (MI)

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **SONDAGGIO: S1**



Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta n° 3: da 10.00 m a 15.00 m



Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: *Indagini geognostiche Saronno (VA)*

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

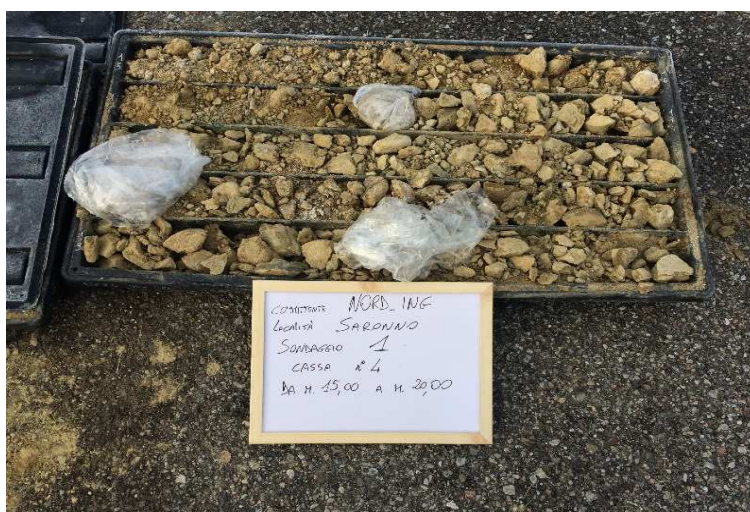
80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

---

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **SONDAGGIO: S1**



Cassetta n° 4: da 15.00 m a 20.00 m

Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: **Indagini geognostiche Saronno (VA)**

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **SONDAGGIO: S2**



Postazione sulla verticale



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m



Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: *Indagini geognostiche Saronno (VA)*

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: S2



Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta n° 3: da 10.00 m a 15.00 m

Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: *Indagini geognostiche Saronno (VA)*

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **SONDAGGIO: S2**



Cassetta n° 4: da 15.00 m a 20.00 m

Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: **Indagini geognostiche Saronno (VA)**

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

---

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **SONDAGGIO: S3**



Postazione sulla verticale



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m



Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: *Indagini geognostiche Saronno (VA)*

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **SONDAGGIO: S3**



Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta n° 3: da 10.00 m a 12.00 m

Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: **Indagini geognostiche Saronno (VA)**

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

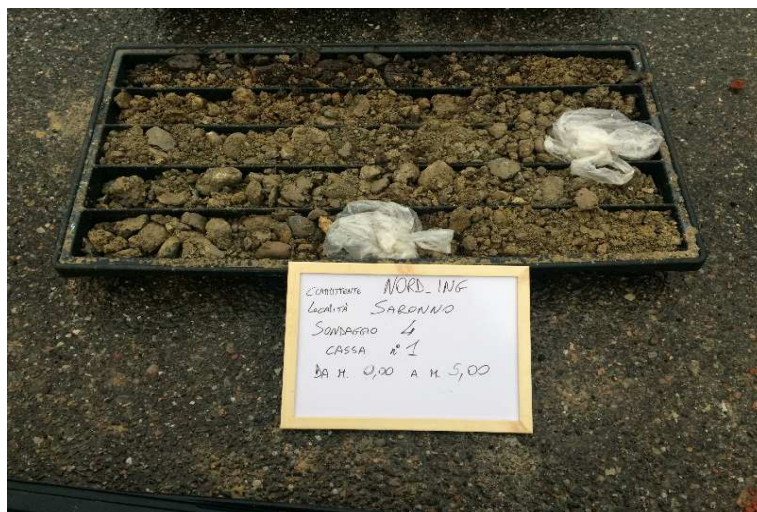
---

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **SONDAGGIO: S4**



Postazione sulla verticale



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m

Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: *Indagini geognostiche Saronno (VA)*

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **SONDAGGIO: S4**



Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta n° 3: da 10.00 m a 12.00 m



Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: **Indagini geognostiche Saronno (VA)**

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

---

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **PROVA PENETROMETRICA DPSH1**



Postazione D.P.S.H.

### **PROVA PENETROMETRICA DPSH2**



Postazione D.P.S.H.

Committente: **NORD ING s.r.l.**

Commessa: **Indagini geognostiche Saronno (VA)**

Oggetto: *Progettazione nuovo Polo Manutentivo*

Reg.Com.: 299/20

Località: *Saronno (VA)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **PROVA PENETROMETRICA DPSH3**



Postazione D.P.S.H.

### **PROVA PENETROMETRICA DPSH4**



Postazione D.P.S.H.



## **ALLEGATO 5: CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO**

Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n°:	275/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR01			Profondità (m):	2,50-3,00
Sigla di laboratorio:	T.044/21	Data di prova:	20/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da ghiaia sabbiosa, limosa.

Forma: -  
 Lunghezza (cm): -  
 Colore: beige scuro

Stato del campione: rimaneggiato  
 Diametro "Φ" (cm): -  
 Odore: -

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input type="checkbox"/> Non plastico	<input type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

Prove eseguite:	Sigla Campione: S1_CR01 Profondità (m): 2,50-3,00
Analisi granulometrica per vagliatura	

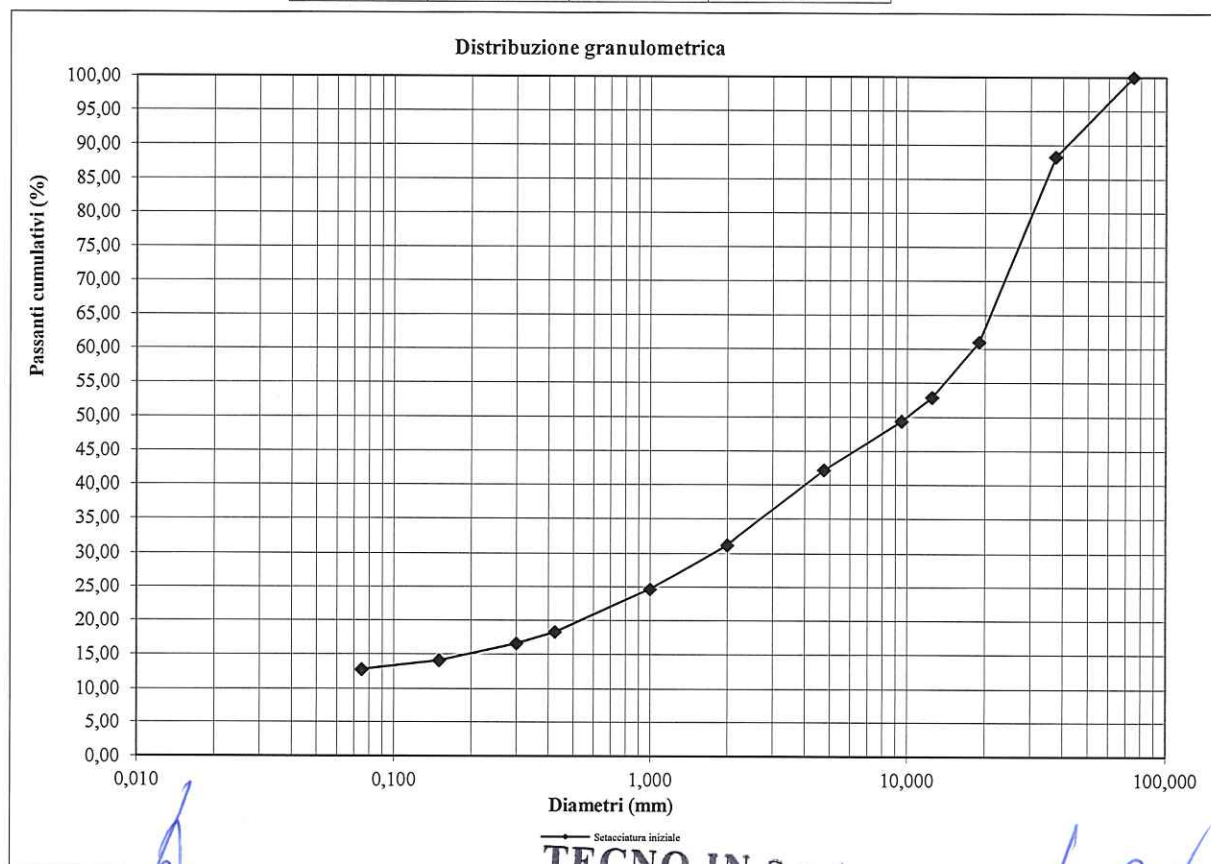
**Lo Sperimentatore**  
 Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 per Prove  
**Il Direttore del Laboratorio**  
 Dott. Geol. Giovanni Patricelli

TECNO IN S.p.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marcora, 52 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
 Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081.563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it

Acc. n°	007/21	del	20/01/21	Certificato n°:	276/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR01			Profondità (m):	2,50-3,00
Sigla di laboratorio	T.044/21	Data di inizio prova	22/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 200 ASTM, 0,075 mm)			
Massa secca iniziale (g):	1202,00	Massa secca dopo lavaggio (g):	1052,6
		Massa tara (g):	12,23
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
3"	75,000	12,23	100,00
1 1/2"	37,500	151,65	88,28
3/4"	19,000	476,60	60,97
1/2"	12,500	573,18	52,85
3/8"	9,500	614,50	49,38
N. 4	4,750	700,63	42,14
N. 10	2,000	830,80	31,20
N. 20	1,000	908,90	24,64
N. 40	0,425	984,90	18,25
N. 50	0,300	1005,00	16,56
N. 100	0,150	1034,70	14,06
N. 200	0,075	1050,40	12,74


 Lo Sperimentatore  
 Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 del 06-05-05  
 Geotecnico

 Il Direttore del Laboratorio  
 Dott. Geol. Giovanni Parricelli



Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR01	Profondità (m):	2,50-3,00		
Sigla del laboratorio:	T.044/21	Data di emissione:	25/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm+Limo < 0,06 mm	(%)	12,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	19,20
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	64,80
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	4,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità IL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NTs 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 120/2001  
 con decreto n. 53363 per Prove  
 Geotecniche su terre

Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n°:	277/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR02			Profondità (m):	5,50-6,00
Sigla di laboratorio:	T.045/21	Data di prova:	20/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da sabbia con ghiaia, limosa, debolmente argillosa.

Forma:  
 Lunghezza (cm):  
 Colore: marrone verdastro

Stato del campione: rimaneggiato  
 Diametro "Φ" (cm):  
 Odore:

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input type="checkbox"/> Non plastico	<input checked="" type="checkbox"/> Nulla	
<input checked="" type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

Prove eseguite:

Sigla Campione: S1\_CR01

Profondità (m): 5,50-6,00

Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione



**TECNO IN S.p.A.**

**LABORATORIO AUTORIZZATO**

ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

Direttore del Laboratorio  
 con decreto n. 53363 del 06/05/05  
 Dott. Geol. Giovanni Patricelli

Geotecniche su terre

TECNO IN S.p.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marcora, 52 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
 Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081.563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it



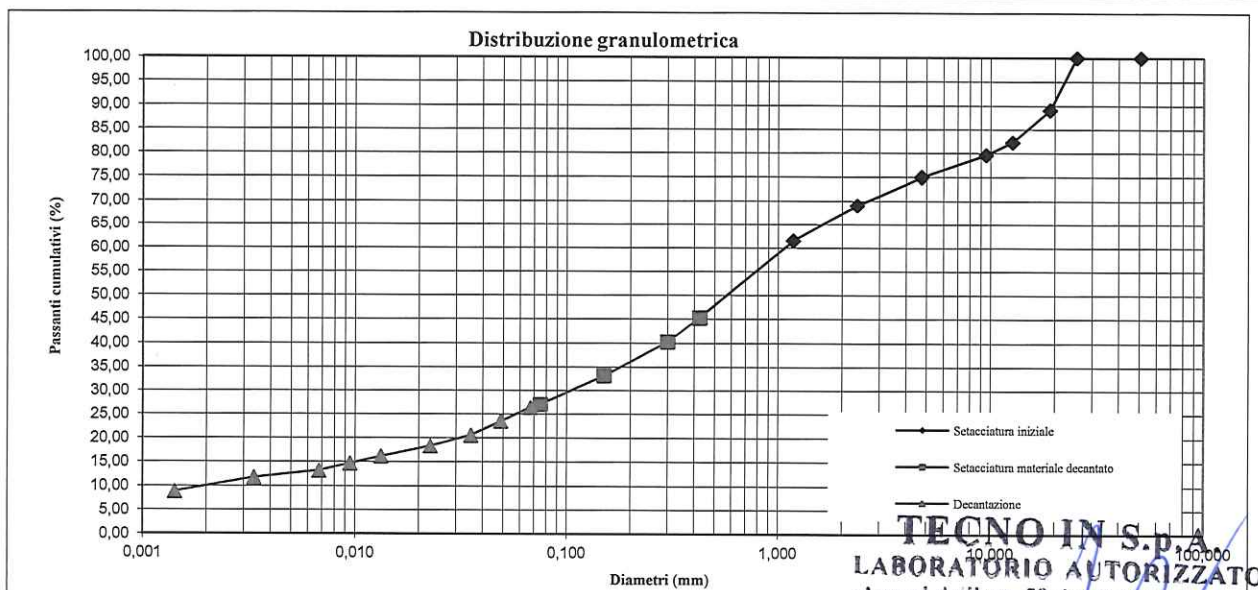
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	278/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR02			Profondità:	5,50-6,00
Sigla di laboratorio	T.045/21	Data di inizio prova	22/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	757,22	Massa secca dopo lavaggio (g):	514,29
		Massa tara (g):	12,02
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	12,02	100,00
1"	25,400	12,02	100,00
3/4"	19,050	93,45	89,07
1/2"	12,700	144,02	82,29
3/8"	9,525	164,42	79,55
N. 4	4,750	198,70	74,95
N. 8	2,360	242,68	69,05
N. 16	1,180	298,97	61,49
N. 40	0,425	419,83	45,28

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,2		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	45,28
N.50	0,300	19,50	40,27
N.100	0,150	27,43	33,12
N. 200	0,075	34,21	27,00
		Massa tara (g)	13,95
Peso specifico della soluzione : 1,001			

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,2			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0210	18	-0,0020	1,0190	26,40	11,30	0,01421	0,068
1	1,0190	18	-0,0020	1,0170	23,46	11,80	0,01421	0,049
2	1,0170	18	-0,0020	1,0150	20,53	12,30	0,01421	0,035
5	1,0155	18	-0,0020	1,0135	18,33	12,75	0,01421	0,023
15	1,0140	18	-0,0020	1,0120	16,13	13,10	0,01421	0,013
30	1,0130	18	-0,0020	1,0110	14,66	13,40	0,01421	0,009
60	1,0120	18	-0,0020	1,0100	13,20	13,70	0,01421	0,007
250	1,0110	18	-0,0020	1,0090	11,73	13,90	0,01421	0,003
1440	1,0090	18	-0,0020	1,0070	8,80	14,40	0,01421	0,001



Distribuzione granulometrica: sabbia (42,50%) con ghiaia (32,50%), limosa (15,00%), debolmente argillosa (9,00%)

Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR02	Profondità (m):	5,50-6,00		
Sigla del laboratorio:	T.045/21	Data di emissione:	25/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	10,00
Limo < 0,06 mm	(%)	15,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	42,50
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	32,50
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità LL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NTs 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53364 per Prove  
 Geotecniche su terre



Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n° :	279/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR03			Profondità (m) :	8,50-9,00
Sigla di laboratorio:	T.046/21	Data di prova:	20/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da sabbia con limo, ghiaiosa, argillosa.

**Forma:**  
**Lunghezza (cm):**


**Colore:** marrone verdastro

**Stato del campione:** rimaneggiato

**Diametro "Φ" (cm):**

**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input type="checkbox"/> Non plastico	<input checked="" type="checkbox"/> Nulla	
<input checked="" type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

<b>Prove eseguite:</b>	<b>Sigla Campione: S1_CR03</b> <b>Profondità (m): 8,50-9,00</b>
Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione	

**Lo Sperimentatore**  
 Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.** **Il Direttore del Laboratorio**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 Dott. Geol. Giovanni Patricelli

TECNO IN S.P.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marcora, 52 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
 Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. **Geotecnica e Terreni** Tel. 081.563.45.20/Fax 081.563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it

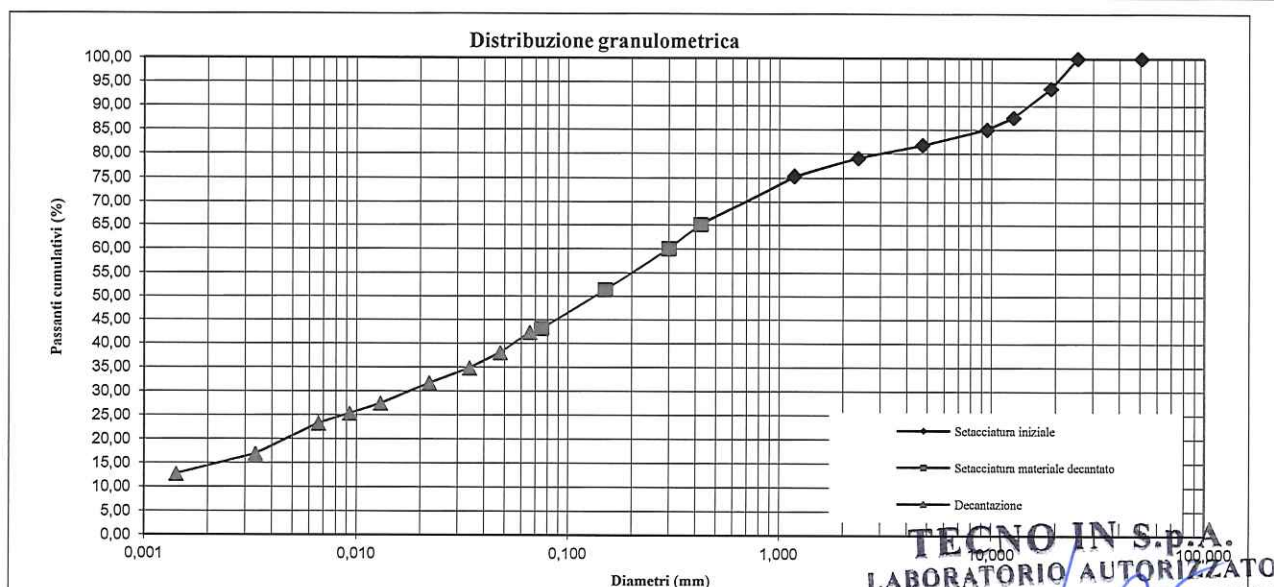
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	280/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR03			Profondità:	8,50-9,00
Sigla di laboratorio	T.046/21	Data di inizio prova	22/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	692,85	Massa secca dopo lavaggio (g):	372,94
		Massa tara (g):	12,00
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	12,00	100,00
1"	25,400	12,00	100,00
3/4"	19,050	55,01	93,68
1/2"	12,700	96,82	87,54
3/8"	9,525	113,84	85,04
N. 4	4,750	136,15	81,77
N. 8	2,360	154,76	79,03
N. 16	1,180	179,62	75,38
N. 40	0,425	249,70	65,09

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,12		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	65,09
N.50	0,300	17,87	60,00
N.100	0,150	24,50	51,39
N. 200	0,075	30,88	43,10
		Massa tara (g)	13,95
		Peso specifico della soluzione :	1,001

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,12			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0230	18	-0,0020	1,0210	42,23	10,70	0,01421	0,066
1	1,0210	18	-0,0020	1,0190	38,01	11,30	0,01421	0,048
2	1,0195	18	-0,0020	1,0175	34,84	11,65	0,01421	0,034
5	1,0180	18	-0,0020	1,0160	31,67	12,10	0,01421	0,022
15	1,0160	18	-0,0020	1,0140	27,45	12,60	0,01421	0,013
30	1,0150	18	-0,0020	1,0130	25,34	12,90	0,01421	0,009
60	1,0140	18	-0,0020	1,0120	23,23	13,10	0,01421	0,007
250	1,0110	18	-0,0020	1,0090	16,89	13,90	0,01421	0,003
1440	1,0090	18	-0,0020	1,0070	12,67	14,40	0,01421	0,001



Distribuzione granulometrica: sabbia (37,50%) con limo (26,00%), ghiaiosa (22,00%), argillosa (14,50%)

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 per Prove Geotecniche su terre



Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR03			Profondità (m):	8,50-9,00
Sigla del laboratorio:	T.046/21		Data di emissione:		25/01/2021

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	14,50
Limo < 0,06 mm	(%)	26,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	37,50
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	22,00
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità IL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NTs 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 per Prove  
 Geotecniche su terre



Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n°:	281/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR04			Profondità (m):	15,50-16,00
Sigla di laboratorio:	T.047/21	Data di prova:	20/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da sabbia limosa, argillosa, ghiaiosa.

**Forma:**

**Lunghezza (cm):**

**Colore:** marrone chiaro

**Stato del campione:** rimaneggiato

**Diametro "Φ" (cm):**

**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input type="checkbox"/> Non plastico	<input type="checkbox"/> Nulla	
<input checked="" type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

**Prove eseguite:**

**Sigla Campione:** S1\_CR04

**Profondità (m):** 15,50-16,00

Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione



**Lo Sperimentatore**  
 Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 1° **Direttore del Laboratorio**  
 Dott. Geol. Giovanni Patricelli

TECNO IN S.P.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marc'ore, 52 - Tel. 02.496.80.50 / Fax 02.496.80.502 -  
 Sede Amministrativa e Laboratorio: 80142 Napoli - II Trav. Strettone S. Anna 19 - Tel. 081.563.45.20 / Fax 081.563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it

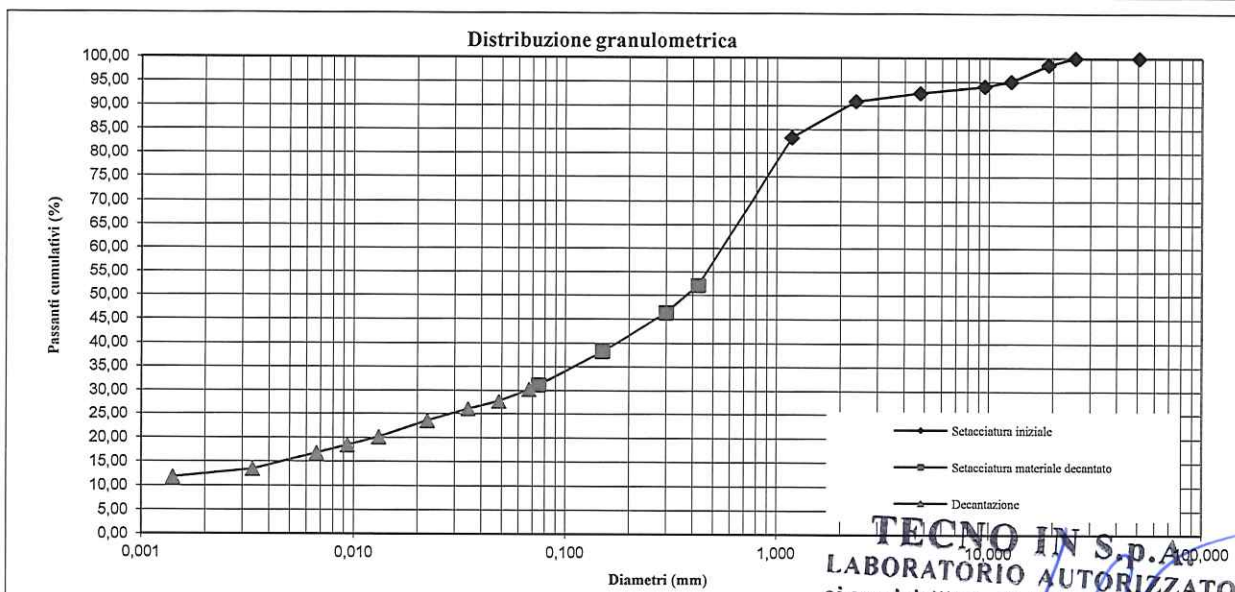
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	282/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR04			Profondità:	15,50-16,00
Sigla di laboratorio	T.047/21	Data di inizio prova	22/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	596,65	Massa secca dopo lavaggio (g):	359,3
		Massa tara (g):	11,66
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	11,66	100,00
1"	25,400	11,66	100,00
3/4"	19,050	20,20	98,54
1/2"	12,700	40,49	95,07
3/8"	9,525	46,52	94,04
N. 4	4,750	54,63	92,65
N. 8	2,360	64,99	90,88
N. 16	1,180	109,46	83,28
N. 40	0,425	291,94	52,09

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,45		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	52,09
N.50	0,300	19,50	46,36
N.100	0,150	27,43	38,17
N. 200	0,075	34,21	31,17
		Massa tara (g)	13,95
Peso specifico della soluzione : 1,001			

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,45			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0210	18	-0,0020	1,0190	30,22	11,30	0,01421	0,068
1	1,0195	18	-0,0020	1,0175	27,70	11,65	0,01421	0,049
2	1,0185	18	-0,0020	1,0165	26,02	11,95	0,01421	0,035
5	1,0170	18	-0,0020	1,0150	23,50	12,30	0,01421	0,022
15	1,0150	18	-0,0020	1,0130	20,15	12,90	0,01421	0,013
30	1,0140	18	-0,0020	1,0120	18,47	13,10	0,01421	0,009
60	1,0130	18	-0,0020	1,0110	16,79	13,40	0,01421	0,007
250	1,0110	18	-0,0020	1,0090	13,43	13,90	0,01421	0,003
1440	1,0100	18	-0,0020	1,0080	11,75	14,20	0,01421	0,001



Distribuzione granulometrica: sabbia (59,50%) limosa (17,00%), argillosa (12,50%), ghiaiosa (11,00%)



Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S1_CR04	Profondità (m):	15,50-16,00		
Sigla del laboratorio:	T.047/21	Data di emissione:	25/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	12,50
Limo < 0,06 mm	(%)	17,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	59,50
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	11,00
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità LL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NTs 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 per Prove  
 Geotecniche su terre

Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n°:	283/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR01			Profondità (m):	6,00-7,00
Sigla di laboratorio:	T.048/21	Data di prova:	20/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da **ghiaia con sabbia, limosa, debolmente argillosa.**

**Forma:**

**Lunghezza (cm):**

**Colore:** bruno verdastro

**Stato del campione:** rimaneggiato

**Diametro "Φ" (cm):**

**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	<input checked="" type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

**Prove eseguite:**

**Sigla Campione:** S2\_CR01

**Profondità (m):** 6,00-7,00

Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione



**Lo Sperimentatore**

Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.**

**Direttore del Laboratorio**

**LABORATORIO AUTORIZZATO** Dott. Geol. Giovanni Patricelli

ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

TECNO IN S.p.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Matteotti, 11 - Tel. 02.496.80.50 / Fax 02.496.80.502 -  
 Sede Amministrativa e Laboratorio: 80142 Napoli - II Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20 / Fax 081.563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it

**Geotecniche su terre**



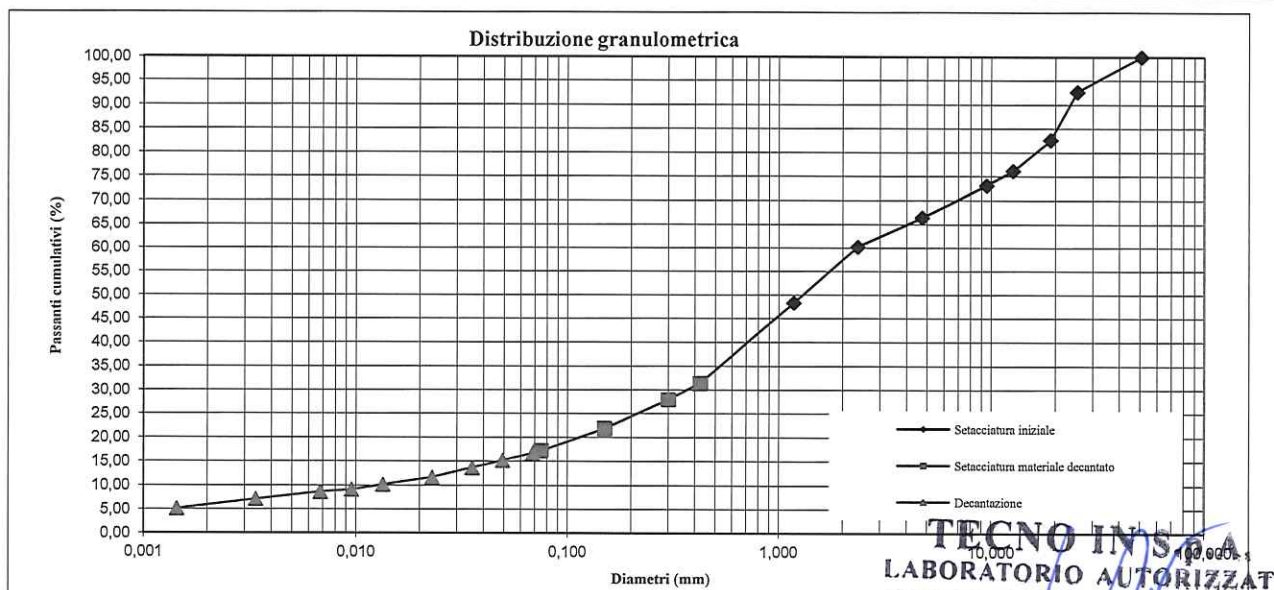
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	284/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR01			Profondità:	6,00-7,00
Sigla di laboratorio	T.048/21	Data di inizio prova	22/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	931,30	Massa secca dopo lavaggio (g):	705,23
		Massa tara (g):	12,10
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	12,10	100,00
1"	25,400	79,76	92,64
3/4"	19,050	172,28	82,57
1/2"	12,700	231,68	76,11
3/8"	9,525	259,14	73,12
N. 4	4,750	320,83	66,41
N. 8	2,360	378,10	60,18
N. 16	1,180	487,35	48,30
N. 40	0,425	642,66	31,40

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,47		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	31,40
N.50	0,300	19,55	27,92
N.100	0,150	29,27	21,87
N. 200	0,075	36,76	17,21
		Massa tara (g)	13,95
Peso specifico della soluzione : 1,001			

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,47			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0195	18	-0,0020	1,0175	16,69	11,65	0,01421	0,069
1	1,0180	18	-0,0020	1,0160	15,18	12,10	0,01421	0,049
2	1,0165	18	-0,0020	1,0145	13,66	12,45	0,01421	0,035
5	1,0145	18	-0,0020	1,0125	11,63	13,00	0,01421	0,023
15	1,0130	18	-0,0020	1,0110	10,12	13,40	0,01421	0,013
30	1,0120	18	-0,0020	1,0100	9,11	13,70	0,01421	0,010
60	1,0115	18	-0,0020	1,0095	8,60	13,80	0,01421	0,007
250	1,0100	18	-0,0020	1,0080	7,08	14,20	0,01421	0,003
1440	1,0080	18	-0,0020	1,0060	5,06	14,70	0,01421	0,001



Distribuzione granulometrica: ghiaia (42,50%) con sabbia (41,00%), limosa (10,50%) debolmente argillosa (6,00%)

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
con decreto n. 53363 per Prove  
Geotecniche su terre

Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR01	Profondità (m):	6,00-7,00		
Sigla del laboratorio:	T.048/21	Data di emissione:	25/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	6,00
Limo < 0,06 mm	(%)	10,50
Sabbia < 2,00 mm	(%)	41,00
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	42,50
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità LL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NT<sub>s</sub> 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53362 per Prove  
 Geotecniche su terre



Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n°:	285/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR02			Profondità (m):	11,00-12,00
Sigla di laboratorio:	T.049/21	Data di prova:	20/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da sabbia con ghiaia, limosa, debolmente argillosa.

**Forma:**  
**Lunghezza (cm):**  
**Colore:** marrone

**Stato del campione:** rimaneggiato  
**Diametro "Φ" (cm):**  
**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input type="checkbox"/> Non plastico	<input type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

**Prove eseguite:**

**Sigla Campione:** S2\_CR02  
**Profondità (m):** 11,00-12,00

Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione



**TECNO IN S.p.A.**

**LABORATORIO AUTORIZZATO**

**Lo Sperimentatore**  
Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello  
**Il Direttore del Laboratorio**  
Dott. Geol. Giovanni Patricelli  
con decreto n. 53363 per Prov. ...  
**Geotecniche su terre**

TECNO IN S.P.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marcora, 52 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081 563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it

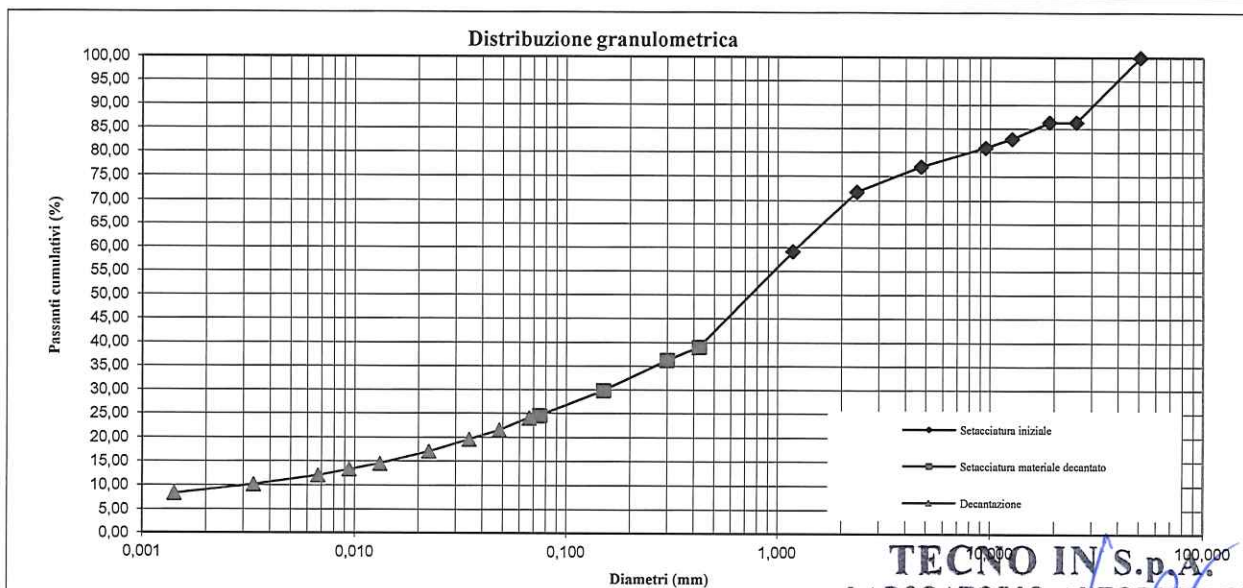
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	286/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR02			Profondità:	11,00-12,00
Sigla di laboratorio	T.049/21	Data di inizio prova	22/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	825,70	Massa secca dopo lavaggio (g):	579,99
		Massa tara (g):	12,16
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	12,16	100,00
1"	25,400	123,58	86,30
3/4"	19,050	123,58	86,30
1/2"	12,700	151,84	82,83
3/8"	9,525	167,17	80,95
N. 4	4,750	199,70	76,95
N. 8	2,360	241,24	71,84
N. 16	1,180	344,55	59,14
N. 40	0,425	508,30	39,01

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,12		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	39,01
N.50	0,300	17,55	36,21
N.100	0,150	25,74	29,84
N. 200	0,075	32,58	24,51
		Massa tara (g)	13,95
Peso specifico della soluzione :		1,001	

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,12			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0220	18	-0,0020	1,0200	24,05	11,00	0,01421	0,067
1	1,0200	18	-0,0020	1,0180	21,52	11,50	0,01421	0,048
2	1,0185	18	-0,0020	1,0165	19,62	11,95	0,01421	0,035
5	1,0165	18	-0,0020	1,0145	17,09	12,45	0,01421	0,022
15	1,0145	18	-0,0020	1,0125	14,56	13,00	0,01421	0,013
30	1,0135	18	-0,0020	1,0115	13,29	13,25	0,01421	0,009
60	1,0125	18	-0,0020	1,0105	12,02	13,55	0,01421	0,007
250	1,0110	18	-0,0020	1,0090	10,13	13,90	0,01421	0,003
1440	1,0095	18	-0,0020	1,0075	8,23	14,30	0,01421	0,001



Distribuzione granulometrica: sabbia (45,50%) con ghiaia (31,00%), limosa (14,00%), debolmente argillosa (9,50%)

ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 350/2001

con decreto n. 53363 per Prove

Geotecniche su terre



Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR02	Profondità (m):	11,00-12,00		
Sigla del laboratorio:	T.049/21	Data di emissione:	25/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	9,50
Limo < 0,06 mm	(%)	14,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	45,50
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	31,00
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità LL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NT<sub>s</sub> 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 per Prove  
 Geotecniche su terre

Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n°:	287/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR03			Profondità (m):	13,00-14,00
Sigla di laboratorio:	T.050/21	Data di prova:	20/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da ghiaia con sabbia, limosa, debolmente argillosa.

**Forma:**  
**Lunghezza (cm):**  
**Colore:** marrone

**Stato del campione:** rimaneggiato  
**Diametro "Φ" (cm):**  
**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	<input checked="" type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

**Prove eseguite:**

**Sigla Campione:** S2\_CR03  
**Profondità (m):** 13,00-14,00

Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione



**Lo Sperimentatore**  
Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giovanni Patricelli

TECNO IN S.p.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marcora, 52 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strettola S. Anna alle Pailur, 11 - Tel. 081.565.45.20/Fax 081.563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it



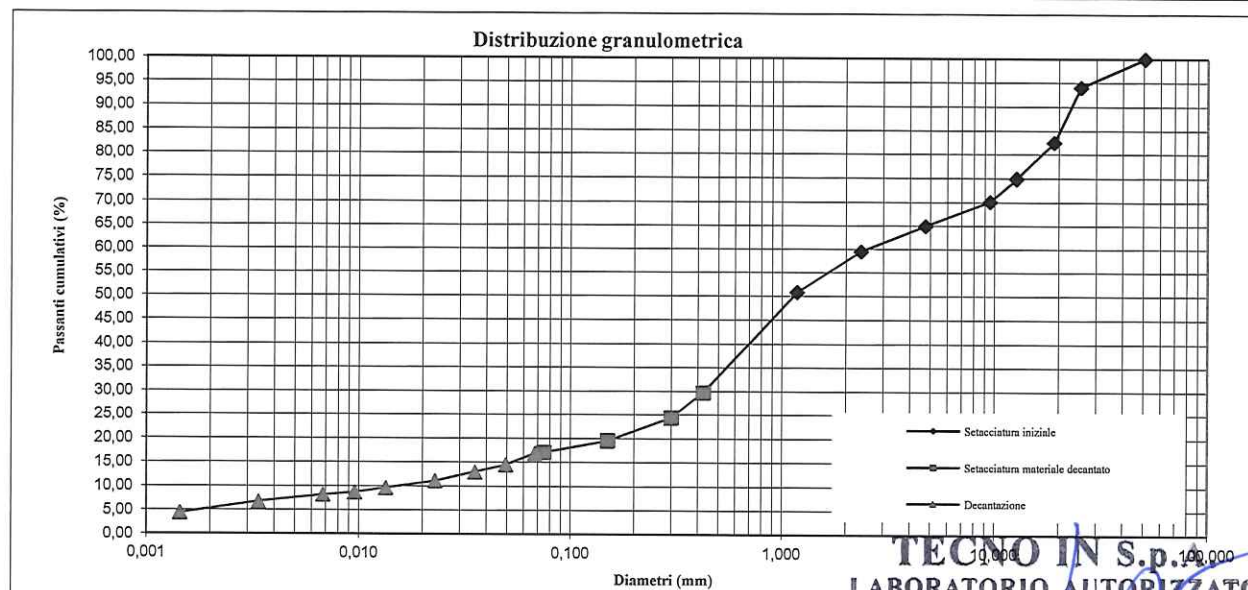
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	288/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR03			Profondità:	13,00-14,00
Sigla di laboratorio	T.050/21	Data di inizio prova	22/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	862,10	Massa secca dopo lavaggio (g):	680,58
		Massa tara (g):	12,13
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	12,13	100,00
1"	25,400	63,01	94,01
3/4"	19,050	161,30	82,45
1/2"	12,700	225,52	74,89
3/8"	9,525	265,76	70,16
N. 4	4,750	310,57	64,89
N. 8	2,360	357,10	59,41
N. 16	1,180	430,58	50,77
N. 40	0,425	609,59	29,71

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,16		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	29,71
N.50	0,300	23,01	24,34
N.100	0,150	31,08	19,56
N. 200	0,075	35,25	17,09
		Massa tara (g)	13,95
		Peso specifico della soluzione : 1,001	

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,16			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0205	18	-0,0020	1,0185	16,85	11,40	0,01421	0,068
1	1,0180	18	-0,0020	1,0160	14,45	12,10	0,01421	0,049
2	1,0165	18	-0,0020	1,0145	13,00	12,45	0,01421	0,035
5	1,0145	18	-0,0020	1,0125	11,07	13,00	0,01421	0,023
15	1,0130	18	-0,0020	1,0110	9,63	13,40	0,01421	0,013
30	1,0120	18	-0,0020	1,0100	8,67	13,70	0,01421	0,010
60	1,0115	18	-0,0020	1,0095	8,19	13,80	0,01421	0,007
250	1,0100	18	-0,0020	1,0080	6,74	14,20	0,01421	0,003
1440	1,0075	18	-0,0020	1,0055	4,33	14,85	0,01421	0,001



Distribuzione granulometrica: ghiaia (42,50%) con sabbia (41,50%), limosa (11,00%), debolmente argillosa (5,00%)

Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR03	Profondità (m):	13,00-14,00		
Sigla del laboratorio:	T.050/21	Data di emissione:	25/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	5,00
Limo < 0,06 mm	(%)	11,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	41,50
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	42,50
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità IL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NTs 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 50 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n° 53363 per Prove  
 Geotecniche su terre



Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n°:	289/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR04			Profondità (m):	17,00-18,00
Sigla di laboratorio:	T.051/21	Data di prova:	20/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da sabbia limosa, ghiaiosa.

**Forma:**

**Lunghezza (cm):**


**Colore:** marrone verdastro

**Stato del campione:** rimaneggiato

**Diametro "Φ" (cm):**

**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	<input checked="" type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

<b>Prove eseguite:</b>	<b>Sigla Campione: S2_CR04</b> <b>Profondità (m): 17,00-18,00</b>
Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione	

**Lo Sperimentatore**  
 Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.** Direttore del Laboratorio  
**LABORATORIO AUTODIAGNOSTICO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 del 06-05-05  
 Geotecnica su terre

TECNO IN S.p.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marco Polo, 11 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
 Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strettoia - Tel. 081.563.45.20/Fax 081.563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it

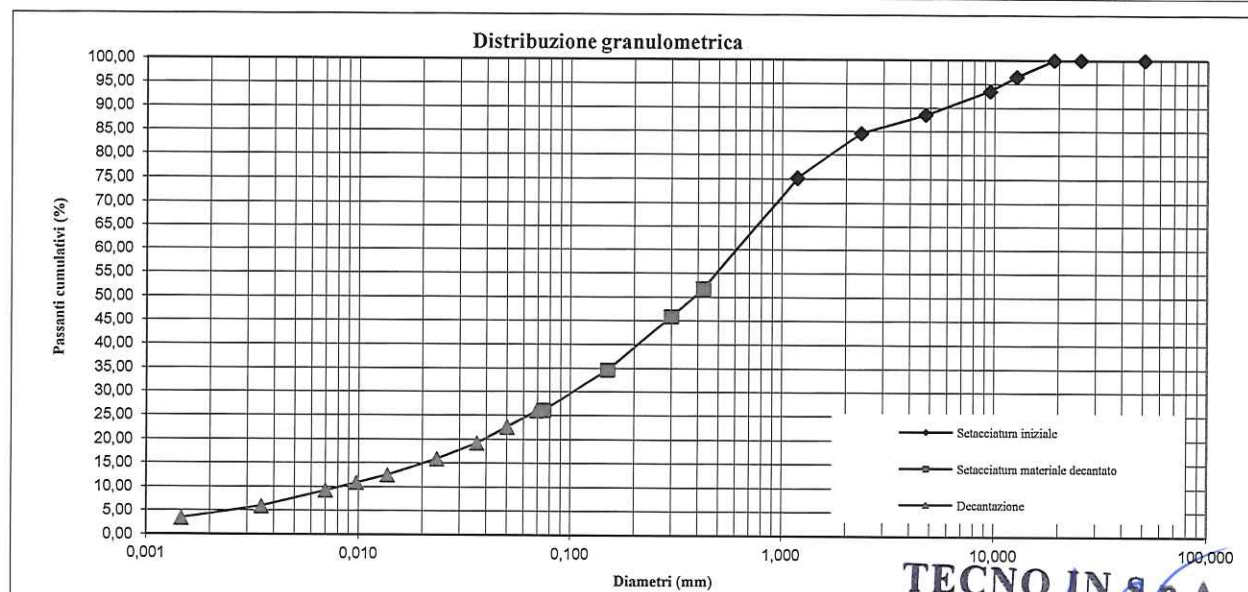
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	290/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR04			Profondità:	17,00-18,00
Sigla di laboratorio	T.051/21	Data di inizio prova	22/01/2021	Data di emissione:	25/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	730,31	Massa secca dopo lavaggio (g):	429,54
		Massa tara (g):	12,16
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	12,16	100,00
1"	25,400	12,16	100,00
3/4"	19,050	12,16	100,00
1/2"	12,700	37,38	96,49
3/8"	9,525	59,15	93,46
N. 4	4,750	95,03	88,46
N. 8	2,360	123,57	84,49
N. 16	1,180	190,17	75,21
N. 40	0,425	358,94	51,71

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,33		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	51,71
N.50	0,300	19,65	45,86
N.100	0,150	30,57	34,64
N. 200	0,075	38,95	26,03
		Massa tara (g)	13,95
Peso specifico della soluzione : 1,001			

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,33			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0185	18	-0,0020	1,0165	25,90	11,95	0,01421	0,069
1	1,0165	18	-0,0020	1,0145	22,55	12,45	0,01421	0,050
2	1,0145	18	-0,0020	1,0125	19,21	13,00	0,01421	0,036
5	1,0125	18	-0,0020	1,0105	15,87	13,55	0,01421	0,023
15	1,0105	18	-0,0020	1,0085	12,53	14,05	0,01421	0,014
30	1,0095	18	-0,0020	1,0075	10,86	14,30	0,01421	0,010
60	1,0085	18	-0,0020	1,0065	9,19	14,55	0,01421	0,007
250	1,0065	18	-0,0020	1,0045	5,85	15,10	0,01421	0,003
1440	1,0050	18	-0,0020	1,0030	3,34	15,50	0,01421	0,001



Distribuzione granulometrica: sabbia (57,50%) limosa (20,50%), ghiaiosa (17,50%)

**TECNO IN S.p.A.**  
 LABORATORIO AUTORIZZATO  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n° 53363 per Prove  
 Geotecniche su terre



Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S2_CR04	Profondità (m):	17,00-18,00		
Sigla del laboratorio:	T.051/21	Data di emissione:	25/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	4,50
Limo < 0,06 mm	(%)	20,50
Sabbia < 2,00 mm	(%)	57,50
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	17,50
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità IL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NTs 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
con decreto n. 53363 per Prove  
Geotecniche su terre

Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n°:	486/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S3_CR01			Profondità (m):	4,00-4,50
Sigla di laboratorio:	T.053/21	Data di prova:	28/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da **ghiaia con sabbia, debolmente limosa.**

**Forma:**  
**Lunghezza (cm):**  
**Colore:** marrone grigiastro

**Stato del campione:** rimaneggiato  
**Diametro "Φ" (cm):**  
**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	<input checked="" type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

**Prove eseguite:**

**Sigla Campione:** S3\_CR01  
**Profondità (m):** 4,00-4,50

Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione



**Lo Sperimentatore**  
Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTONOMO**  
ai sensi dell'art. 59 del D. Datt. 30/06/2006  
con decreto n. 53363 per Prove

TECNO IN S.p.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081.563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it



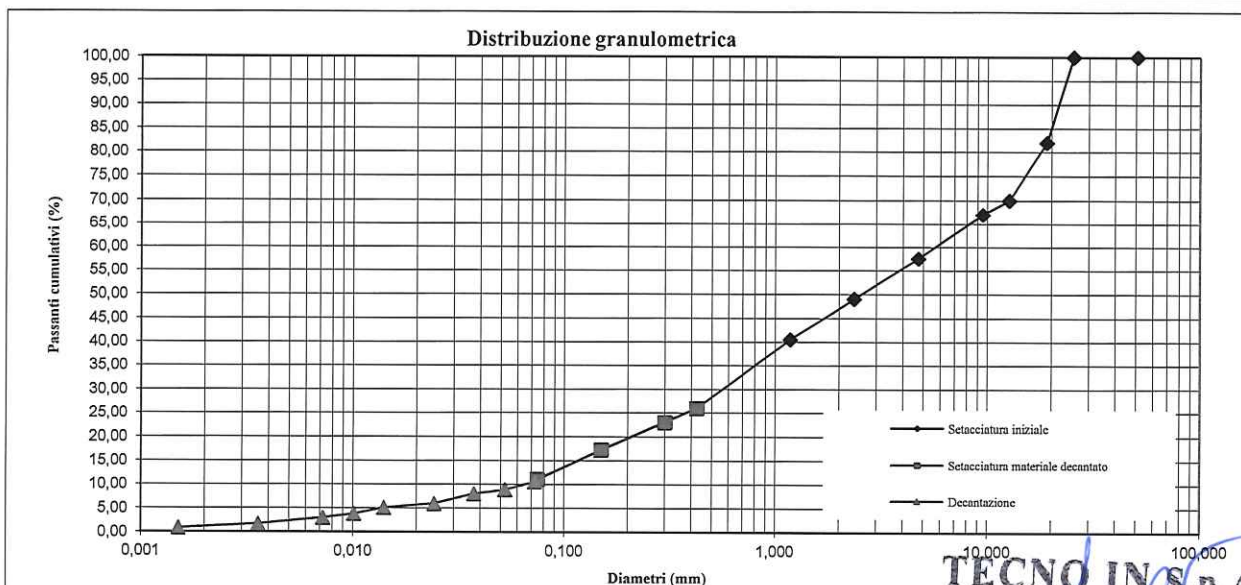
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	487/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S3_CR01			Profondità:	4,00-4,50
Sigla di laboratorio	T.053/21	Data di inizio prova	29/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	707,93	Massa secca dopo lavaggio (g):	571,46
		Massa tara (g):	8,66
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	8,66	100,00
1"	25,400	8,66	100,00
3/4"	19,050	134,89	81,95
1/2"	12,700	218,42	70,00
3/8"	9,525	239,76	66,95
N. 4	4,750	305,57	57,54
N. 8	2,360	365,19	49,01
N. 16	1,180	424,90	40,48
N. 40	0,425	526,66	25,92

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	25,92
N.50	0,300	19,65	22,97
N.100	0,150	30,57	17,31
N. 200	0,075	42,73	11,00
		Massa tara (g)	13,95
Peso specifico della soluzione :		1,001	

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0155	17	-0,0020	1,0135	10,54	12,75	0,01439	0,073
1	1,0135	17	-0,0020	1,0115	8,85	13,25	0,01439	0,052
2	1,0125	17	-0,0020	1,0105	8,01	13,55	0,01439	0,037
5	1,0100	17	-0,0020	1,0080	5,90	14,20	0,01439	0,024
15	1,0090	17	-0,0020	1,0070	5,06	14,40	0,01439	0,014
30	1,0075	17	-0,0020	1,0055	3,79	14,85	0,01439	0,010
60	1,0065	17	-0,0020	1,0045	2,95	15,10	0,01439	0,007
250	1,0050	17	-0,0020	1,0030	1,69	15,50	0,01439	0,004
1440	1,0040	17	-0,0020	1,0020	0,84	15,80	0,01439	0,002



Distribuzione granulometrica: ghiaia (53,50%) con sabbia (37,00%), debolmente limosa (8,50%)

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CON DECISIONE n. 53363 per Prove  
 Geotecniche in Terreno

Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S3_CR01	Profondità (m):	4,00-4,50		
Sigla del laboratorio:	T.053/21	Data di emissione:	30/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	1,00
Limo < 0,06 mm	(%)	8,50
Sabbia < 2,00 mm	(%)	37,00
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	53,50
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità LL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NTs 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 480/2001  
 con decreto n. 53363 per Prove  
 Geotecniche su terre



Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n°:	488/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S3_CR02			Profondità (m):	8,50-9,00
Sigla di laboratorio:	T.054/21	Data di prova:	28/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da sabbia ghiaiosa, limosa.

**Forma:**

**Lunghezza (cm):**

**Colore:** marrone chiaro

**Stato del campione:** rimaneggiato

**Diametro "Φ" (cm):**

**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	<input checked="" type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

**Prove eseguite:**

**Sigla Campione:** S3\_CR02

**Profondità (m):** 8,50-9,00

Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione



**Lo Sperimentatore**  
Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A. Direttore del Laboratorio**  
Dott. Geol. Giovanni Patricelli

ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

TECNO IN S.p.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marconi, 52 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strada S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.43.20/Fax 081.563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it

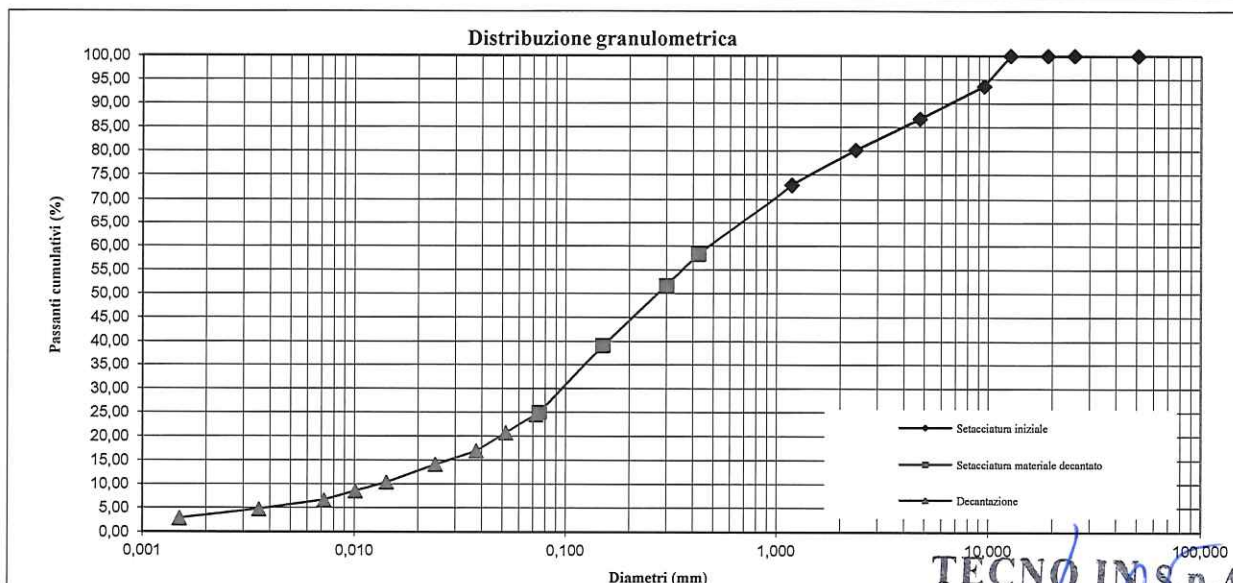
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	489/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S3_CR02			Profondità:	8,50-9,00
Sigla di laboratorio	T.054/21	Data di inizio prova	29/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	378,38	Massa secca dopo lavaggio (g):	244,78
		Massa tara (g):	8,72
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	8,72	100,00
1"	25,400	8,72	100,00
3/4"	19,050	8,72	100,00
1/2"	12,700	8,72	100,00
3/8"	9,525	32,42	93,59
N. 4	4,750	57,96	86,68
N. 8	2,360	82,07	80,16
N. 16	1,180	108,83	72,92
N. 40	0,425	162,99	58,27

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,36		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	58,27
N.50	0,300	19,65	51,67
N.100	0,150	30,57	39,04
N. 200	0,075	42,73	24,96
		Massa tara (g)	13,95
Peso specifico della soluzione : 1,001			

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,36			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0160	17	-0,0020	1,0140	24,46	12,60	0,01439	0,072
1	1,0140	17	-0,0020	1,0120	20,69	13,10	0,01439	0,052
2	1,0120	17	-0,0020	1,0100	16,93	13,70	0,01439	0,038
5	1,0105	17	-0,0020	1,0085	14,11	14,05	0,01439	0,024
15	1,0085	17	-0,0020	1,0065	10,35	14,55	0,01439	0,014
30	1,0075	17	-0,0020	1,0055	8,47	14,85	0,01439	0,010
60	1,0065	17	-0,0020	1,0045	6,58	15,10	0,01439	0,007
250	1,0055	17	-0,0020	1,0035	4,70	15,35	0,01439	0,004
1440	1,0045	17	-0,0020	1,0025	2,82	15,65	0,01439	0,002



Distribuzione granulometrica: sabbia (55,50%) ghiaiosa (22,00%), limosa (19,00%).

**TECNO IN S.p.A.**  
LABORATORIO AUTORIZZATO  
ai sensi dell'art. 59 del D.L.R. 380/2001  
con decreto n. 53363 per Prove



Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S3_CR02	Profondità (m):	8,50-9,00		
Sigla del laboratorio:	T.054/21	Data di emissione:	30/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	3,50
Limo < 0,06 mm	(%)	19,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	55,50
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	22,00
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità LL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NT<sub>s</sub> 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
LABORATORIO AUTORIZZATO  
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
con decreto n. 53363 per Prove  
Geotecniche su terre

Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n° :	490/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S3_CR03			Profondità (m) :	11,50-12,00
Sigla di laboratorio:	T.055/21	Data di prova:	28/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da sabbia ghiaiosa, limosa.

**Forma:**  
**Lunghezza (cm):**  
**Colore:** marrone chiaro

**Stato del campione:** rimaneggiato  
**Diametro "Φ" (cm):**  
**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	<input checked="" type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

**Prove eseguite:**

**Sigla Campione: S3\_CR03**  
**Profondità (m): 11,50-12,00**

Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione



**Lo Sperimentatore**  
 Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A. Direttore del Laboratorio**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con il n° 53393 del 06/05/2005  
 Geotecnica su terre

TECNO IN S.p.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marcora, 52 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
 Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081.563.55.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it



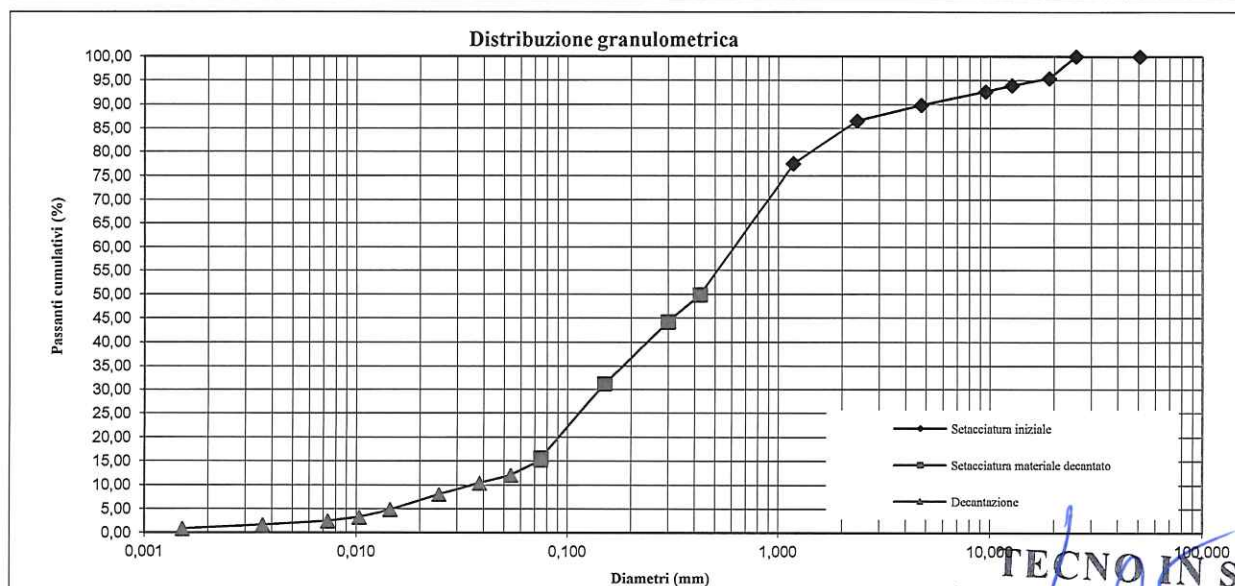
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	491/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S3_CR03			Profondità:	11,50-12,00
Sigla di laboratorio	T.055/21	Data di inizio prova	29/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	683,71	Massa secca dopo lavaggio (g):	449,53
		Massa tara (g):	8,75
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	8,75	100,00
1"	25,400	8,75	100,00
3/4"	19,050	39,65	95,42
1/2"	12,700	49,59	93,95
3/8"	9,525	58,40	92,64
N. 4	4,750	77,38	89,83
N. 8	2,360	99,71	86,52
N. 16	1,180	160,92	77,45
N. 40	0,425	347,51	49,81

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,46		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	49,81
N.50	0,300	19,65	44,18
N.100	0,150	32,80	31,20
N. 200	0,075	48,50	15,71
		Massa tara (g)	13,95
Peso specifico della soluzione : 1,001			

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,46			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0125	17	-0,0020	1,0105	15,25	13,55	0,01439	0,075
1	1,0105	17	-0,0020	1,0085	12,04	14,05	0,01439	0,054
2	1,0095	17	-0,0020	1,0075	10,43	14,30	0,01439	0,038
5	1,0080	17	-0,0020	1,0060	8,03	14,70	0,01439	0,025
15	1,0060	17	-0,0020	1,0040	4,82	15,20	0,01439	0,014
30	1,0050	17	-0,0020	1,0030	3,21	15,50	0,01439	0,010
60	1,0045	17	-0,0020	1,0025	2,41	15,65	0,01439	0,007
250	1,0040	17	-0,0020	1,0020	1,61	15,80	0,01439	0,004
1440	1,0035	17	-0,0020	1,0015	0,80	15,90	0,01439	0,002



Distribuzione granulometrica: sabbia (71,50%) ghiaiosa (15,50%), limosa (12,00%).

**TECNO IN S.p.A.**  
LABORATORIO AUTORIZZATO  
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
con decreto n. 53363 per Prove  
geotecniche su terre

Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S3_CR03	Profondità (m):	11,50-12,00		
Sigla del laboratorio:	T.055/21	Data di emissione:	30/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	1,00
Limo < 0,06 mm	(%)	12,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	71,50
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	15,50
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità LL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NT<sub>s</sub> 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 per Prove  
 Geotecniche su terre




Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n° :	492/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S4_CR01			Profondità (m) :	3,50-4,00
Sigla di laboratorio:	T.056/21	Data di prova:	28/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da **ghiaia sabbiosa, debolmente limosa.**

Forma: -  
 Lunghezza (cm): -  
 Colore: grigio verdastro

Stato del campione: rimaneggiato  
 Diametro "Φ" (cm): -  
 Odore: -

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input type="checkbox"/> Non plastico	<input type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

Prove eseguite:	Sigla Campione: S4_CR01 Profondità (m): 3,50-4,00
Analisi granulometrica per vagliatura	

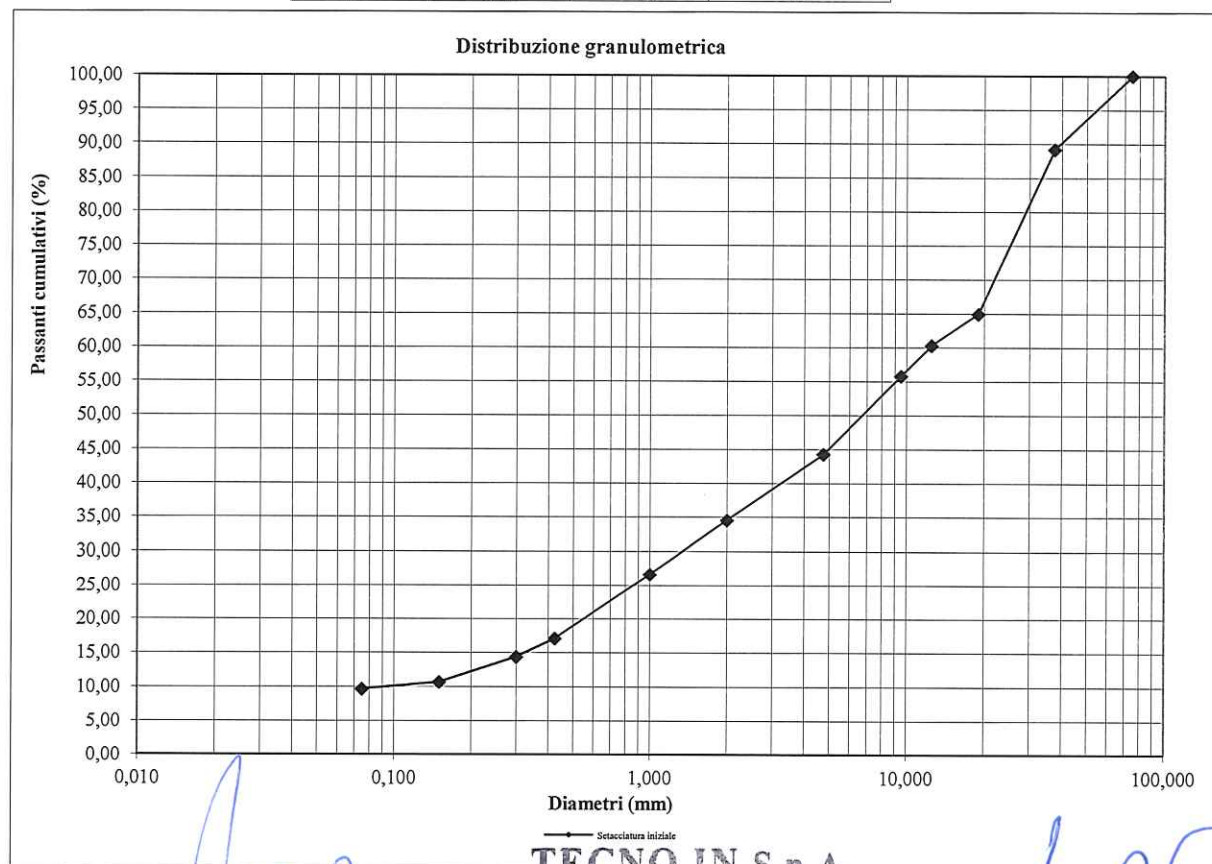
**Lo Sperimentatore**  
 Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 del 06-05-05  
 per prove sui terreni

**Il Direttore del Laboratorio**  
 Dott. Geol. Giovanni Patricelli

Acc. n°	007/21	del	20/01/21	Certificato n°:	493/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S4_CR01			Profondità (m):	3,50-4,00
Sigla di laboratorio	T.056/21	Data di inizio prova	29/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 200 ASTM, 0,075 mm)			
Massa secca iniziale (g):	929,50	Massa secca dopo lavaggio (g):	841,8
Massa tara (g):			8,80
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
3"	75,000	8,80	100,00
1 1/2"	37,500	108,11	89,21
3/4"	19,000	331,61	64,94
1/2"	12,500	374,45	60,29
3/8"	9,500	415,94	55,78
N. 4	4,750	521,98	44,26
N. 10	2,000	611,85	34,50
N. 20	1,000	684,44	26,62
N. 40	0,425	772,47	17,06
N. 50	0,300	797,38	14,35
N.100	0,150	831,20	10,68
N. 200	0,075	840,80	9,63



Lo Sperimentatore  
 Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 per Prove  
 Geotecniche e Geodinamiche

Il Direttore del Laboratorio  
 Dott. Geol. Giovanni Parricelli



Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S4_CR01	Profondità (m):	3,50-4,00		
Sigla del laboratorio:	T.056/21	Data di emissione:	30/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm+Limo < 0,06 mm	(%)	9,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	25,50
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	62,00
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	3,50

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità LL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NTs 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53363 per Prove  
 Geotecniche su terre


Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n° :	494/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S4_CR02			Profondità (m) :	7,50-8,00
Sigla di laboratorio:	T.057/21	Data di prova:	28/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da sabbia con ghiaia, limosa.

**Forma:**  
**Lunghezza (cm):**  
**Colore:** marrone

**Stato del campione:** rimaneggiato  
**Diametro "Φ" (cm):**  
**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	<input type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

<b>Prove eseguite:</b>	<b>Sigla Campione:</b> S4_CR02 <b>Profondità (m):</b> 7,50-8,00
Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione	

**Lo Sperimentatore**  
 Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
**Il Direttore del Laboratorio**  
 Dott. Geol. Giovanni Patricelli

TECNO IN S.p.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marcora, 52 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
 Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strettola S. Anna alle Palude, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081.563.39.70 - Email: tecnoin@tecnoin.it



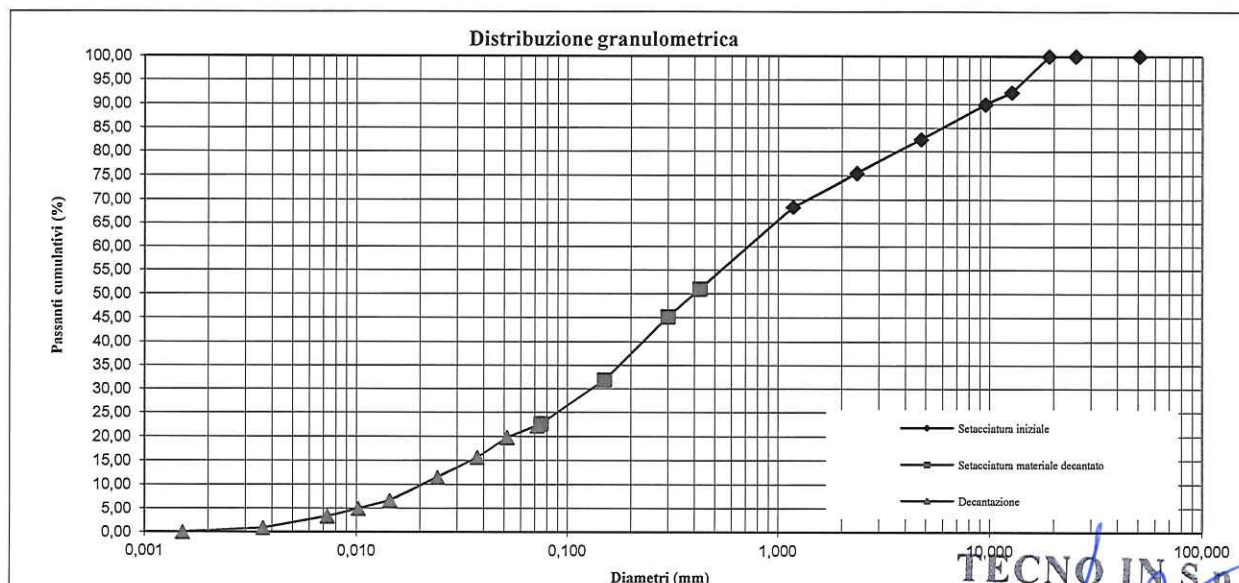
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	495/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S4_CR02			Profondità:	7,50-8,00
Sigla di laboratorio	T.057/21	Data di inizio prova	29/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	843,90	Massa secca dopo lavaggio (g):	554,14
		Massa tara (g):	8,71
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	8,71	100,00
1"	25,400	8,71	100,00
3/4"	19,050	8,71	100,00
1/2"	12,700	72,40	92,37
3/8"	9,525	93,06	89,90
N. 4	4,750	154,49	82,55
N. 8	2,360	213,46	75,48
N. 16	1,180	272,78	68,38
N. 40	0,425	418,31	50,96

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,33		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	50,96
N.50	0,300	19,65	45,19
N.100	0,150	32,80	31,87
N. 200	0,075	41,95	22,61
		Massa tara (g)	13,95
Peso specifico della soluzione : 1,001			

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,33			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0165	17	-0,0020	1,0145	22,22	12,45	0,01439	0,072
1	1,0150	17	-0,0020	1,0130	19,76	12,90	0,01439	0,052
2	1,0125	17	-0,0020	1,0105	15,64	13,55	0,01439	0,037
5	1,0100	17	-0,0020	1,0080	11,52	14,20	0,01439	0,024
15	1,0070	17	-0,0020	1,0050	6,59	15,00	0,01439	0,014
30	1,0060	17	-0,0020	1,0040	4,94	15,20	0,01439	0,010
60	1,0050	17	-0,0020	1,0030	3,29	15,50	0,01439	0,007
250	1,0035	17	-0,0020	1,0015	0,82	15,90	0,01439	0,004
1440	1,0030	17	-0,0020	1,0010	0,00	16,00	0,01439	0,002



Distribuzione granulometrica: sabbia (52,50%) con ghiaia (26,50%), limosa (21,00%).

**TECNO IN S.p.A.**  
LABORATORIO AUTORIZZATO  
ai sensi dell'art. 59 del D.L.R. 380/2001  
con decreto N. 53363 per Prove  
Geotecniche

TECNO IN S.p.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marcora, 52 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502  
Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081.563.45.21

Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S4_CR02	Profondità (m):	7,50-8,00		
Sigla del laboratorio:	T.057/21	Data di emissione:	30/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	0,00
Limo < 0,06 mm	(%)	21,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	52,50
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	26,50
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità LL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NTs 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

TECNO IN S.p.A.  
LABORATORIO AUTORIZZATO  
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
con decreto n. 53363 per Prove  
Geotecniche su terre




Acc. n°	007/21	del:	20/01/2021	Certificato n°:	496/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°:	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S4_CR03			Profondità (m):	11,50-12,00
Sigla di laboratorio:	T.058/21	Data di prova:	28/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

**Descrizione:** il campione è costituito da **sabbia con ghiaia, limosa.**

**Forma:**  
**Lunghezza (cm):**  
**Colore:** marrone

**Stato del campione:** rimaneggiato  
**Diametro "Φ" (cm):**  
**Odore:**

CONSISTENZA (Terreni coesivi)	ADDENSAMENTO (Terreni granulari)	CONDIZIONI DI UMIDITA'
<input type="checkbox"/> Privo di consistenza	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Asciutto
<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Debolmente umido
<input type="checkbox"/> Moderatamente consistente	<input type="checkbox"/> Moderatamente addensato	<input type="checkbox"/> Umido
<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Addensato	<input type="checkbox"/> Molto umido
<input type="checkbox"/> Molto consistente	<input type="checkbox"/> Molto addensato	<input type="checkbox"/> Saturo
PLASTICITA'	REAZIONE CON HCl	
<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	<input checked="" type="checkbox"/> Nulla	
<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Debole	
<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Alta	
<input type="checkbox"/> Molto plastico		

<b>Prove eseguite:</b>	<b>Sigla Campione: S4_CR03</b> <b>Profondità (m): 11,00-11,50</b>
Analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione	

**Lo Sperimentatore**  
 Dott.ssa Geol. Giuseppina Pascariello

**TECNO IN S.P.A.** **Il Direttore del Laboratorio**  
 LABORATORIO AUTORIZZATO  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 360/2001  
 Dott. Geol. Giovanni Patricelli

TECNO IN S.P.A. - Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) - Via Marsopra, 52 - Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502 -  
 Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli - II Trav. Strettola 9 - Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.4520/Fax 081.563.9976 - Email: tecnoin@tecnoin.it

Geotecnica su terre

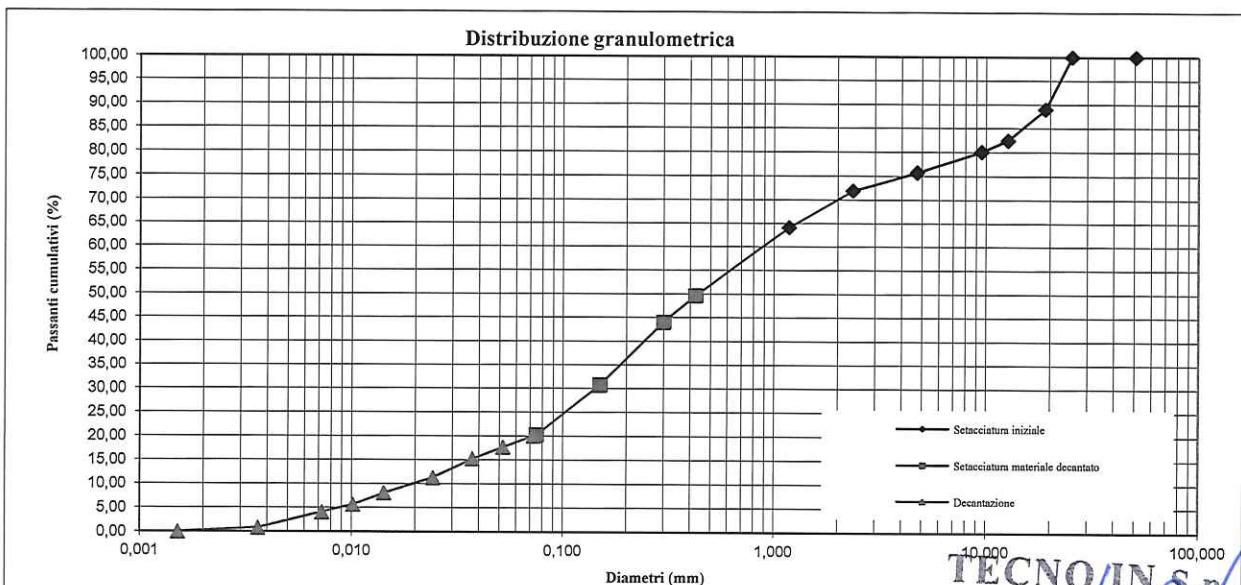
Acc. n°	007/21	del	20/01/2021	Certificato n°	497/21
Committente:	NORD ING			Commessa n°	299/20
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S4_CR03			Profondità:	11,50-12,00
Sigla di laboratorio	T.058/21	Data di inizio prova	29/01/2021	Data di emissione:	30/01/2021

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione ritenuta al setaccio N. 40 ASTM, 0,425 mm)			
Massa secca iniziale (g):	562,15	Massa secca dopo lavaggio (g):	354
		Massa tara (g):	8,75
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa + tara (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
2"	50,800	8,75	100,00
1"	25,400	8,75	100,00
3/4"	19,050	70,08	88,92
1/2"	12,700	106,13	82,40
3/8"	9,525	119,39	80,01
N. 4	4,750	143,12	75,72
N. 8	2,360	164,11	71,93
N. 16	1,180	207,77	64,04
N. 40	0,425	287,54	49,62

Analisi granulometrica per setacciatura (frazione passante al N. 40 ASTM)			
Massa secca iniziale (g):	50,25		
Setaccio		Massa ritenuta cumulativa (g)	Percentuale passante (%)
ASTM	mm		
N.40	0,425	13,95	49,62
N.50	0,300	19,65	43,99
N.100	0,150	33,10	30,71
N. 200	0,075	43,70	20,24
		Massa tara (g)	13,95
		Peso specifico della soluzione : 1,001	

Diametro max della frazione sottoposta a decantazione (mm):	0,425
---	-------

Decantazione								
Massa iniziale secca (g): 50,25			Peso specifico dei granuli: 2,60					
Tempo (min)	Lettura al densimetro 151 H ASTM	Temperatura della soluzione (°C)	Correzione per temperatura e menisco	Lettura corretta per temperatura e menisco	Percentuale passante (%)	L (cm)	K	Diametro (mm)
0,50	1,0155	17	-0,0020	1,0135	20,07	12,75	0,01439	0,073
1	1,0140	17	-0,0020	1,0120	17,66	13,10	0,01439	0,052
2	1,0125	17	-0,0020	1,0105	15,25	13,55	0,01439	0,037
5	1,0100	17	-0,0020	1,0080	11,24	14,20	0,01439	0,024
15	1,0080	17	-0,0020	1,0060	8,03	14,70	0,01439	0,014
30	1,0065	17	-0,0020	1,0045	5,62	15,10	0,01439	0,010
60	1,0055	17	-0,0020	1,0035	4,01	15,35	0,01439	0,007
250	1,0035	17	-0,0020	1,0015	0,80	15,90	0,01439	0,004
1440	1,0030	17	-0,0020	1,0010	0,00	16,00	0,01439	0,002



Distribuzione granulometrica: sabbia (52,00%) con ghiaia (29,50%), limosa (18,00%).



Accettazione n°:	007/21	del	20/01/2021	Commessa n°:	299/20
Committente:	NORD ING				
Cantiere:	Indagini geognostiche Saronno (VA)				
Località:	Saronno (VA)				
Campione:	S4_CR03	Profondità (m):	11,50-12,00		
Sigla del laboratorio:	T.058/21	Data di emissione:	30/01/2021		

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Peso di volume naturale $\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Peso di volume secco $\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale w	(%)	
Peso specifico dei granuli G	(-)	
Porosità n	(%)	
Indice dei vuoti e	(-)	
Grado di saturazione Sr	(%)	

**DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (AGI)**

Argilla < 0,002 mm	(%)	0,50
Limo < 0,06 mm	(%)	18,00
Sabbia < 2,00 mm	(%)	52,00
Ghiaia < 60,0 mm	(%)	29,50
Ciottoli > 60,0 mm	(%)	0,00

**LIMITI DI ATTERBERG (ASTM 4318-10)**

Limite di liquidità WL	(%)	
Limite di plasticità WP	(%)	
Indice di plasticità IP	(-)	
Indice di consistenza IC	(-)	
Indice di liquidità LL	(-)	

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICA**

Modulo di taglio G0	(MPa)	
---------------------	-------	--

**PROVA DI COMPATTAZIONE MODIFICATA (CNR NT<sub>s</sub> 69)**

Densità secca massima	(kN/m <sup>3</sup> )	
Umidità ottimale	(%)	

**PROVA TRIASSIALE CICLICA**

Numero di cicli a liquefazione	(N)	
--------------------------------	-----	--

**PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA (ASTM D 2166-06)**

Tensione di rottura media	MPa	
Deformazione a rottura media	(%)	

**PROVA TRIASSIALE U.U. (ASTM D 2850-07)**

Cu media	kPa	
----------	-----	--

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. (ASTM D 4767-04)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA TRIASSIALE C.I.D. (ASTM D 7181-11)**

Angolo di attrito interno efficace	°	
Coesione efficace	kPa	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080-04)**

Angolo di attrito interno (di picco)	°	
Coesione (di picco)	kPa	
Angolo di attrito interno (residuo)	°	
Coesione (residuo)	kPa	

**PROVA EDMETRICA (ASTM D 2435-04)**

Intervallo di carico compreso tra e kPa		
Coefficiente di compressibilità mv	Mpa <sup>-1</sup>	
Modulo edometrico E <sub>ed</sub>	Mpa	
Permeabilità in cella edometrica k	cm/sec	
Coefficiente di consolidazione cv	cm <sup>2</sup> /sec	
Coefficiente di consolidazione secondaria ca	%	

**TECNO IN S.p.A.**  
**LABORATORIO AUTORIZZATO**  
 ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001  
 con decreto n. 53563 per Prove  
 Geotecniche su terre

## **ALLEGATO 6: CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE**

Rapporto di prova n°: 179/1

Data Rapp. Prova: 11/02/2021

Spettabile:

TECNO IN SpA

Via G. Marcora, 52

20097 San Donato Milanese (MI)

Descrizione campione: Area Nord Ing - Saronno (VA) - campione S1 prelevato alla profondità di 1,5-3,5 m

Modalità di prelievo: Campione consegnato dal cliente

Tipo campione: Terreni

Data Prelievo: 18/01/2021

Data Arrivo Camp.: 21/01/2021

Data Inizio Prova: 22/01/2021

Data Fine Prova: 11/02/2021

## Risultati delle Prove

Prova e Metodo Analitico	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Verde Pubblico Residenziale
Arsenico UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	14	± 5		20
Cadmio UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	0,6	± 0.2		2
Cromo esavalente (CrVI) CNR IRSA 16 Q64 Vol 3 1986	mg/kg s.s.	< 0,2			2
Cromo totale UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	18	± 8		150
Mercurio * UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg s.s.	< 0,1			1
Rame UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	13	± 5		120
Nichel UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	19	± 9		120

Segue rapporto di prova n°: 179/1

Piombo	mg/kg s.s.	13	± 6		100
UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003					
Zinco	mg/kg s.s.	29	± 10		150
UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003					
Idrocarburi leggeri C 12	mg/kg s.s.	< 1			10
EPA 5021A 2014 , EPA 8015C 2007					
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	< 25			50
ISO 16703: 2004					
Amianto *	mg/kg s.s.	< 1000			1000
DM 06/09/1994 (FTIR)					
Scheletro	%	45	± 2		
D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 1					
Frazione < 2 mm percentuale *	%	54,7			
D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 1					
Umidità a 105°C	%	12,2	± 0.4		
ISO 11465:1993/cor.1: 1994					
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:	UNI EN 15527: 2008				
--> Naftalene	mg/kg s.s.	<0,004			
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	0,009	± 0.001		0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	0,006	± 0.003		0,1
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	0,007	± 0.004		0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,004			0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(ghi)perilene	mg/kg s.s.	0,006	± 0.003		0,1
UNI EN 15527: 2008					
--> Crisene	mg/kg s.s.	0,030	± 0.004		5
UNI EN 15527: 2008					
--> Dibenzo(ae)pirene	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
UNI EN 15527: 2008					



Segue rapporto di prova n°: 179/1

--> Dibenzo(a)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Dibenzo(ai)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Dibenzo(ah)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Dibenzo(ah)antracene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Indeno(1-2-3-cd)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	0,006	± 0.002		0,1
--> Pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	0,040	± 0.006		5
--> Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34) * UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	< 1			10
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI: ISO 15009:2016					
--> Benzene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,1
--> Etilbenzene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Stirene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Toluene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Xileni ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23) * ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,1			1

\* Prova non accreditata Accredia

I valori di incertezza estesa sono stati calcolati utilizzando un fattore di copertura pari alla t di Student al 95% di probabilità e a 7 gradi di libertà (2,36). Laddove un parametro viene indicato con la dicitura "< valore", il valore corrisponde al LOQ della prova. Limiti previsti per siti ad uso verde pubblico/residenziale e/o commerciale/industriale secondo DLgs 152/06. Il confronto con il limite di legge è effettuato considerando il solo valore della determinazione analitica e non l'incertezza ad esso associata. Le analisi condotte sul campione in esame, sono state eseguite con idonea strumentazione che viene periodicamente sottoposta a taratura e manutenzione. La documentazione relativa a detti controlli è a disposizione presso il nostro laboratorio. I risultati di analisi si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova così come ricevuto. Si ricorda che il cliente, o il soggetto terzo che esegue il campionamento per conto del cliente, è direttamente responsabile della correttezza della sua esecuzione e solleva LATA

Segue rapporto di prova n°: 179/1

da ogni responsabilità derivante da improprie modalità d'attuazione. Le analisi sono state effettuate sul sottovaglio del setaccio a 2mm e i dati sono riferiti allo scheletro. Il Rapporto di Prova è valido solamente se riprodotto per intero; la sua riproduzione parziale deve essere approvata per iscritto dal Laboratorio. L'identità del chimico che ha effettivamente firmato il rapporto di prova è indicata nel campo riportante la firma digitale.

Il Responsabile di Laboratorio  
Dr. Francesco Passoni

Direttore generale con funzione  
di sostituto del Responsabile di Laboratorio  
Dr. Roberto Monguzzi

Rapporto di prova n°: 179/2

Data Rapp. Prova: 11/02/2021

Spettabile:

TECNO IN SpA

Via G. Marcora, 52

20097 San Donato Milanese (MI)

Descrizione campione: Area Nord Ing - Saronno (VA) - campione S1 prelevato alla profondità di 3,5-5,5 m

Modalità di prelievo: Campione consegnato dal cliente

Tipo campione: Terreni

Data Prelievo: 18/01/2021

Data Arrivo Camp.: 21/01/2021

Data Inizio Prova: 22/01/2021

Data Fine Prova: 11/02/2021

## Risultati delle Prove

Prova e Metodo Analitico	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Verde Pubblico Residenziale
Arsenico UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	16	± 6		20
Cadmio UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	0,7	± 0.2		2
Cromo esavalente (CrVI) CNR IRSA 16 Q64 Vol 3 1986	mg/kg s.s.	< 0,2			2
Cromo totale UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	46	± 20		150
Mercurio * UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg s.s.	< 0,1			1
Rame UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	15	± 6		120
Nichel UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	30	± 10		120

Segue rapporto di prova n°: 179/2

Piombo	mg/kg s.s.	6	± 3		100
UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003					
Zinco	mg/kg s.s.	33	± 20		150
UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003					
Idrocarburi leggeri C 12	mg/kg s.s.	< 1			10
EPA 5021A 2014 , EPA 8015C 2007					
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	< 25			50
ISO 16703: 2004					
Amianto *	mg/kg s.s.	< 1000			1000
DM 06/09/1994 (FTIR)					
Scheletro	%	49	± 2		
D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 1					
Frazione < 2 mm percentuale *	%	51,5			
D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 1					
Umidità a 105°C	%	11,5	± 0.3		
ISO 11465:1993/cor.1: 1994					
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:	UNI EN 15527: 2008				
--> Naftalene	mg/kg s.s.	0,004	± 0.002		
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,004			0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,004			0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,004			0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(ghi)perilene	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
UNI EN 15527: 2008					
--> Crisene	mg/kg s.s.	<0,004			5
UNI EN 15527: 2008					
--> Dibenzo(ae)pirene	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
UNI EN 15527: 2008					



Segue rapporto di prova n°: 179/2

--> Dibenzo(a)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Dibenzo(ai)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Dibenzo(ah)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Dibenzo(ah)antracene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Indeno(1-2-3-cd)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			5
--> Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34) * UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	< 1			10
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI: ISO 15009:2016					
--> Benzene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,1
--> Etilbenzene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Stirene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Toluene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Xileni ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23) * ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,1			1

\* Prova non accreditata Accredia

I valori di incertezza estesa sono stati calcolati utilizzando un fattore di copertura pari alla t di Student al 95% di probabilità e a 7 gradi di libertà (2,36). Laddove un parametro viene indicato con la dicitura "< valore", il valore corrisponde al LOQ della prova. Limiti previsti per siti ad uso verde pubblico/residenziale e/o commerciale/industriale secondo DLgs 152/06. Il confronto con il limite di legge è effettuato considerando il solo valore della determinazione analitica e non l'incertezza ad esso associata. Le analisi condotte sul campione in esame, sono state eseguite con idonea strumentazione che viene periodicamente sottoposta a taratura e manutenzione. La documentazione relativa a detti controlli è a disposizione presso il nostro laboratorio. I risultati di analisi si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova così come ricevuto. Si ricorda che il cliente, o il soggetto terzo che esegue il campionamento per conto del cliente, è direttamente responsabile della correttezza della sua esecuzione e solleva LATA

Segue rapporto di prova n°: 179/2

da ogni responsabilità derivante da improprie modalità d'attuazione. Le analisi sono state effettuate sul sottovaglio del setaccio a 2mm e i dati sono riferiti allo scheletro. Il Rapporto di Prova è valido solamente se riprodotto per intero; la sua riproduzione parziale deve essere approvata per iscritto dal Laboratorio. L'identità del chimico che ha effettivamente firmato il rapporto di prova è indicata nel campo riportante la firma digitale.

Il Responsabile di Laboratorio  
Dr. Francesco Passoni

Direttore generale con funzione  
di sostituto del Responsabile di Laboratorio  
Dr. Roberto Monguzzi

## Rapporto di prova n°: 179/3

Data Rapp. Prova: 11/02/2021

## Spettabile:

TECNO IN SpA  
Via G. Marcora, 52  
20097 San Donato Milanese (MI)

Descrizione campione: Area Nord Ing - Saronno (VA) - campione S2 prelevato alla profondità di 0,5-2,5 m

Modalità di prelievo: Campione consegnato dal cliente

Tipo campione: Terreni

Data Prelievo: 14/01/2021

Data Arrivo Camp.: 21/01/2021

Data Inizio Prova: 22/01/2021

Data Fine Prova: 11/02/2021

## Risultati delle Prove

Prova e Metodo Analitico	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Verde Pubblico Residenziale
Arsenico UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	6	± 2		20
Cadmio UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	0,3	± 0.1		2
Cromo esavalente (CrVI) CNR IRSA 16 Q64 Vol 3 1986	mg/kg s.s.	< 0,2			2
Cromo totale UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	12	± 6		150
Mercurio * UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg s.s.	< 0,1			1
Rame UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	6	± 2		120
Nichel UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	11	± 5		120

Segue rapporto di prova n°: 179/3

Piombo	mg/kg s.s.	3	± 1		100
UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003					
Zinco	mg/kg s.s.	18	± 8		150
UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003					
Idrocarburi leggeri C 12	mg/kg s.s.	< 1			10
EPA 5021A 2014 , EPA 8015C 2007					
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	< 25			50
ISO 16703: 2004					
Amianto *	mg/kg s.s.	< 1000			1000
DM 06/09/1994 (FTIR)					
Scheletro	%	63	± 3		
D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 1					
Frazione < 2 mm percentuale *	%	37,0			
D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 1					
Umidità a 105°C	%	10,3	± 0.3		
ISO 11465:1993/cor.1: 1994					
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:	UNI EN 15527: 2008				
--> Naftalene	mg/kg s.s.	0,060	± 0.009		
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	0,008	± 0.001		0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	0,005	± 0.003		0,1
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	0,006	± 0.003		0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,003			0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(ghi)perilene	mg/kg s.s.	0,004	± 0.002		0,1
UNI EN 15527: 2008					
--> Crisene	mg/kg s.s.	0,020	± 0.003		5
UNI EN 15527: 2008					
--> Dibenzo(ae)pirene	mg/kg s.s.	<0,003			0,1
UNI EN 15527: 2008					



Segue rapporto di prova n°: 179/3

--> Dibenzo(a)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,003			0,1
--> Dibenzo(ai)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,003			0,1
--> Dibenzo(ah)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,003			0,1
--> Dibenzo(ah)antracene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,003			0,1
--> Indeno(1-2-3-cd)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	0,004	± 0.001		0,1
--> Pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	0,030	± 0.004		5
--> Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34) * UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	< 1			10
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI: ISO 15009:2016					
--> Benzene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,1
--> Etilbenzene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Stirene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Toluene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Xileni ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23) * ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,1			1

\* Prova non accreditata Accredia

I valori di incertezza estesa sono stati calcolati utilizzando un fattore di copertura pari alla t di Student al 95% di probabilità e a 7 gradi di libertà (2,36). Laddove un parametro viene indicato con la dicitura "< valore", il valore corrisponde al LOQ della prova. Limiti previsti per siti ad uso verde pubblico/residenziale e/o commerciale/industriale secondo DLgs 152/06. Il confronto con il limite di legge è effettuato considerando il solo valore della determinazione analitica e non l'incertezza ad esso associata. Le analisi condotte sul campione in esame, sono state eseguite con idonea strumentazione che viene periodicamente sottoposta a taratura e manutenzione. La documentazione relativa a detti controlli è a disposizione presso il nostro laboratorio. I risultati di analisi si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova così come ricevuto. Si ricorda che il cliente, o il soggetto terzo che esegue il campionamento per conto del cliente, è direttamente responsabile della correttezza della sua esecuzione e solleva LATA

Segue rapporto di prova n°: 179/3

da ogni responsabilità derivante da improprie modalità d'attuazione. Le analisi sono state effettuate sul sottovaglio del setaccio a 2mm e i dati sono riferiti allo scheletro. Il Rapporto di Prova è valido solamente se riprodotto per intero; la sua riproduzione parziale deve essere approvata per iscritto dal Laboratorio. L'identità del chimico che ha effettivamente firmato il rapporto di prova è indicata nel campo riportante la firma digitale.

Il Responsabile di Laboratorio  
Dr. Francesco Passoni

Direttore generale con funzione  
di sostituto del Responsabile di Laboratorio  
Dr. Roberto Monguzzi

Rapporto di prova n°: 179/4

Data Rapp. Prova: 11/02/2021

Spettabile:

TECNO IN SpA

Via G. Marcora, 52

20097 San Donato Milanese (MI)

Descrizione campione: Area Nord Ing - Saronno (VA) - campione S2 prelevato alla profondità di 3,0-5,0 m

Modalità di prelievo: Campione consegnato dal cliente

Tipo campione: Terreni

Data Prelievo: 14/01/2021

Data Arrivo Camp.: 21/01/2021

Data Inizio Prova: 22/01/2021

Data Fine Prova: 11/02/2021

## Risultati delle Prove

Prova e Metodo Analitico	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Verde Pubblico Residenziale
Arsenico UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	10	± 4		20
Cadmio UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	0,4	± 0.1		2
Cromo esavalente (CrVI) CNR IRSA 16 Q64 Vol 3 1986	mg/kg s.s.	< 0,2			2
Cromo totale UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	15	± 7		150
Mercurio * UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg s.s.	< 0,1			1
Rame UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	11	± 5		120
Nichel UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg s.s.	14	± 7		120

Segue rapporto di prova n°: 179/4

Piombo	mg/kg s.s.	2	± 1		100
UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003					
Zinco	mg/kg s.s.	22	± 10		150
UNI EN 13657: 2004, APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003					
Idrocarburi leggeri C 12	mg/kg s.s.	< 1			10
EPA 5021A 2014 , EPA 8015C 2007					
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	< 25			50
ISO 16703: 2004					
Amianto *	mg/kg s.s.	< 1000			1000
DM 06/09/1994 (FTIR)					
Scheletro	%	53	± 2		
D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 1					
Frazione < 2 mm percentuale *	%	47,2			
D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 1					
Umidità a 105°C	%	7,8	± 0.2		
ISO 11465:1993/cor.1: 1994					
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:	UNI EN 15527: 2008				
--> Naftalene	mg/kg s.s.	0,020	± 0.003		
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,004			0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,004			0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,004			0,5
UNI EN 15527: 2008					
--> Benzo(ghi)perilene	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
UNI EN 15527: 2008					
--> Crisene	mg/kg s.s.	<0,004			5
UNI EN 15527: 2008					
--> Dibenzo(ae)pirene	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
UNI EN 15527: 2008					



Segue rapporto di prova n°: 179/4

--> Dibenzo(a)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Dibenzo(ai)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Dibenzo(ah)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Dibenzo(ah)antracene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Indeno(1-2-3-cd)pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			0,1
--> Pirene UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	<0,004			5
--> Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34) * UNI EN 15527: 2008	mg/kg s.s.	< 1			10
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI: ISO 15009:2016					
--> Benzene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,1
--> Etilbenzene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Stirene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Toluene ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Xileni ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,01			0,5
--> Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23) * ISO 15009:2016	mg/kg s.s.	<0,1			1

\* Prova non accreditata Accredia

I valori di incertezza estesa sono stati calcolati utilizzando un fattore di copertura pari alla t di Student al 95% di probabilità e a 7 gradi di libertà (2,36). Laddove un parametro viene indicato con la dicitura "< valore", il valore corrisponde al LOQ della prova. Limiti previsti per siti ad uso verde pubblico/residenziale e/o commerciale/industriale secondo DLgs 152/06. Il confronto con il limite di legge è effettuato considerando il solo valore della determinazione analitica e non l'incertezza ad esso associata. Le analisi condotte sul campione in esame, sono state eseguite con idonea strumentazione che viene periodicamente sottoposta a taratura e manutenzione. La documentazione relativa a detti controlli è a disposizione presso il nostro laboratorio. I risultati di analisi si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova così come ricevuto. Si ricorda che il cliente, o il soggetto terzo che esegue il campionamento per conto del cliente, è direttamente responsabile della correttezza della sua esecuzione e solleva LATA

Segue rapporto di prova n°: 179/4

da ogni responsabilità derivante da improprie modalità d'attuazione. Le analisi sono state effettuate sul sottovaglio del setaccio a 2mm e i dati sono riferiti allo scheletro. Il Rapporto di Prova è valido solamente se riprodotto per intero; la sua riproduzione parziale deve essere approvata per iscritto dal Laboratorio. L'identità del chimico che ha effettivamente firmato il rapporto di prova è indicata nel campo riportante la firma digitale.

Il Responsabile di Laboratorio  
Dr. Francesco Passoni

Direttore generale con funzione  
di sostituto del Responsabile di Laboratorio  
Dr. Roberto Monguzzi