

SPAZIO PER COMUNE E/O ENTI :

PROPRIETA' :

PROGETTISTA:

DIREZIONE ARTISTICA:

DIRETTORE LAVORI:

IMPRESA:

# Studio tecnico associato di ingegneria e architettura

Via San Gottardo, 91 - 20900 - Monza (Mb) tel. : 039 / 388249 - 039 / 320292 - fax : 039 / 368797 - e-mail: info@edidata.eu

COMMITTENTE: **IPER MONTEBELLO SPA**  
con sede in Milano (20121) via Amilcare Ponchielli n. 7

OGGETTO: **Piano attuativo Ex cinema Maestoso**  
in Monza via Sant' Andrea n. 23 - 20900 - Monza

Rif.  
**767**

TAVOLA: **Relazione geologica-geotecnica ai sensi del D.M. 14/01//2008 -  
Verifica salubrità terreni - Esecuzione indagine geognostica e geofisica**

Scala:

Data: Maggio 2018	Note:	Agg.:	Note:	<b>Tavola</b> <b>all.E/F</b>
Agg.: Giugno 2018	Note:	Agg.:	Note:	
Agg.: Luglio 2018	Note:	Agg.:	Note:	
Agg.:	Note:	Agg.:	Note:	
Agg.:	Note:	Agg.:	Note:	
				<b>TAV/ALL</b>

eSERVICE srl

---

PROGETTO ESECUTIVO  
OPERE DI SOSTEGNO  
PRESSO L'AREA DI VIA  
SANT'ANDREA 23,  
MONZA – EX CINEMA  
MAESTOSO

Relazione geologica e  
geotecnica ai sensi delle  
NTC 08 DM 14-1-08

---

Data	25-1-2017	
Commessa	17-S065	
Codice	R2-1	
Rev.	Redatto	Approvato
1	GC-TP	FC

Sistema  
di gestione  
della qualità  
certificato



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSE</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>INQuADRAMENTO GEOLOGICO</b> .....	<b>6</b>
4.1	Riferimenti geografici .....	6
4.2	Cenni geomorfologici e condizioni di stabilità.....	6
4.3	Quadro geologico e litologia .....	9
4.4	Cenni idrografici ed idrogeologici .....	11
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</b> .....	<b>13</b>
5.1	Risultati indagini geotecniche 2010 .....	15
5.2	Risultati indagini geotecniche 2017 .....	16
	Interpretazione risultati prove SPT .....	17
	Risultati indagini geofisiche sismiche.....	23
	Risultati indagini geoelettriche .....	24
5.3	Profilo geotecnico .....	24
	Successione stratigrafica e parametri geotecnici.....	24
	Modello geotecnico parametri caratteristici.....	24
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO</b> .....	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>OPERE DI SOSTEGNO DEI FRONTI DI SCAVO</b> .....	<b>32</b>

7.1	Materiali .....	37
7.2	Verifiche Paratie.....	38
7.2	Verifiche tiranti di ancoraggio e micropali a cavalletto .....	52
7.4	Travi di Ripartizione .....	55
7.5	Soluzione alternativa per la sezione 4.....	55
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI.....</b>	<b>59</b>
	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>60</b>
	1) Report indagini condotte per esecutivo. Redatto da S.in.Ge.A nel dicembre 2017 .....	60
	2) elaborati grafici relativi al progetto delle opere di sostegno provvisionali dei fronti di scavo.....	60
	3) Tabulati di calcolo modelli opere provvisionali .....	60
<b>9</b>	<b>INTEGRAZIONI</b>	
	Accorgimenti tecnico costruttivi ai fini di escludere l'insorgere di fattori d rischio per la falda	
	Ricostruzioni dell'oscillazione della falda	

## 1 PREMESSE

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo complesso commerciale con due piani interrati e tre fuori terra sul sedime del ex cinema Maestoso a Monza in via via sant'Andrea n.23, con demolizione dell'attuale edificio che ha già due piani interrati.

Il progetto prevede inoltre, in adiacenza all'edificio esistente, la realizzazione di un parcheggio a servizio del nuovo complesso su due piani interrati.

Nella presente relazione viene riportato l'inquadramento geologico e geotecnico ai sensi delle NTC 08 nonché il dimensionamento delle opere provvisorie previste per il sostegno dei fronti di scavo.

## 2      **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- “Norme tecniche per le costruzioni” Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009 , n. 617 C.S.LL.PP. Istruzioni per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- UNI EN 1997-1:2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1997-2:2007 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche. 1977 AGI – Associazione Geotecnica Italiana
- Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica - Linee guida 2005 AGI – Associazione Geotecnica Italiana
- UNI EN 1537 Esecuzione di lavori geotecnici speciali Tiranti di ancoraggio
- UNI EN 14199 Esecuzione di lavori geotecnici speciali Micropali
- Ancoraggi nei terreni e nelle rocce. Raccomandazioni AICAP 2012
- D.G.R. n.X/2129 del 11.07.2014 e D.G.R. n.X/5001 del 30.03.2016 Regione Lombardia
- D.G.R. 28.05.08 n. 8/7374 Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11.03.05 n. 12, approvati con D.G.R. 22.12.05 n.8/1566 “ Regione Lombardia

## 3      **DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

Indagini geognostiche precedenti condotte nell’area

- Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione presso l’area di via Sant’Andrea 23 in comune di Monza (MB) – Ex cinema Maestoso. Geologica Luglio 2010
- Verifica salubrità terreni presso l’area di via Sant’Andrea 23 in comune di Monza (MB) – Ex cinema Maestoso. Geologica Marzo 2014

Indagini condotte per il progetto esecutivo

- Report indagini condotte per esecutivo. Redatto da S.in.Ge.A nel dicembre 2017

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### 4.1 RIFERIMENTI GEOGRAFICI

L'area in esame è situata nel settore nord-occidentale del Comune di Monza, subito a sud della viabilità comunale di via Sant'Andrea ( vedi Figura 1).

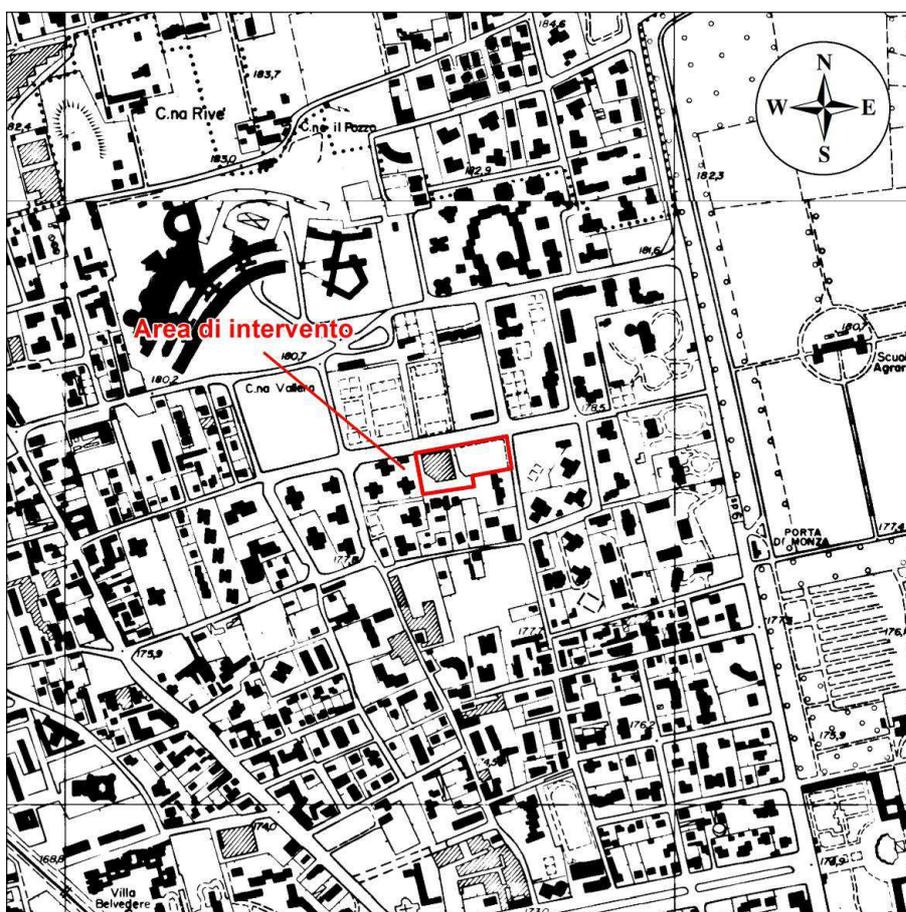


Figura 1– Inquadramento topografico dell'area in oggetto (CTR- Sezione B5C5) – scala 1:10.000

La stessa zona, al centro dell'area di intervento, ha i seguenti riferimenti geografici (da CTR Sezione B5C5):

Quota	Coordinate	Latitudine	Longitudine
178 m s.l.m.	UTM-ETRF89 fuso 32	5049541	520590
	Geografiche piane (ED50)	45,600035°	9,265065°
	Geografiche (WGS 84)	45° 35' 56,79"	9° 15' 50,43"

### 4.2 CENNI GEOMORFOLOGICI E CONDIZIONI DI STABILITÀ

L'area dove è prevista la realizzazione del nuovo edificio si trova subito a nord-ovest del centro storico del Comune di Monza, sulla terminazione dell'antico terrazzo pre-LGM di Villa Reale al limite con la piana fluvioglaciale più recente che caratterizza la maggior parte della superficie comunale.

In particolare si tratta di un terrazzo fluvioglaciale antico caratterizzato da terreni di natura ghiaiosa in matrice sabbioso-limosa e delimitato ad oriente da una netta scarpata la cui altezza diminuisce verso sud, mentre ad occidente il limite presenta un'evidenza piuttosto bassa.

Si tratta di in una zona sub-pianeggiante, caratterizzata da una leggera pendenza verso sud sud-est, contraddistinta da un'intensa trasformazione antropica che ha modificato in modo sostanziale l'assetto geomorfologico naturale.

Nel complesso quest'area, da tempo urbanizzata, è caratterizzata da sufficienti condizioni di stabilità e non vi sono indizi di particolari fenomeni franosi, mentre sono evidenti in profondità nel sottosuolo i segni di un'importante erosione sotterranea con la presenza di sacche limose e cavità (occhi pollini), come verificato anche nella campagna di indagine geognostica di novembre 2017.

In particolare gli "occhi pollini" sono cavità postgenetiche di grandezza variabile da pochi centimetri ad alcuni metri, dovute all'erosione sotterranea dovuta a fenomeni di piping a alla circolazione idrica in generale e che presentano forme varie, da sub circolari a lenticolari, in sezione, a volte allungate in canali sub orizzontali, a pareti non cementate, eventualmente rivestite di argilla e con limi sul fondo.

Queste cavità si formano prevalentemente nei materiali grossolani dei depositi fluvioglaciali antichi e si manifestano, in genere, alla base o oltre lo spessore di alterazione pedogenetica (> 1-2 m), fino a 15-20 m.

Nella Figura 2 seguente si riporta un estratto della Tavola n° 8 "Assetto idrogeologico" allegata al PTCP Monza e Brianza (approvato con delibera del Consiglio Provinciale n. 16 del 10/07/2013) dove viene indicato, per la zona in esame, un grado di suscettività al fenomeno degli occhi pollini "alto".

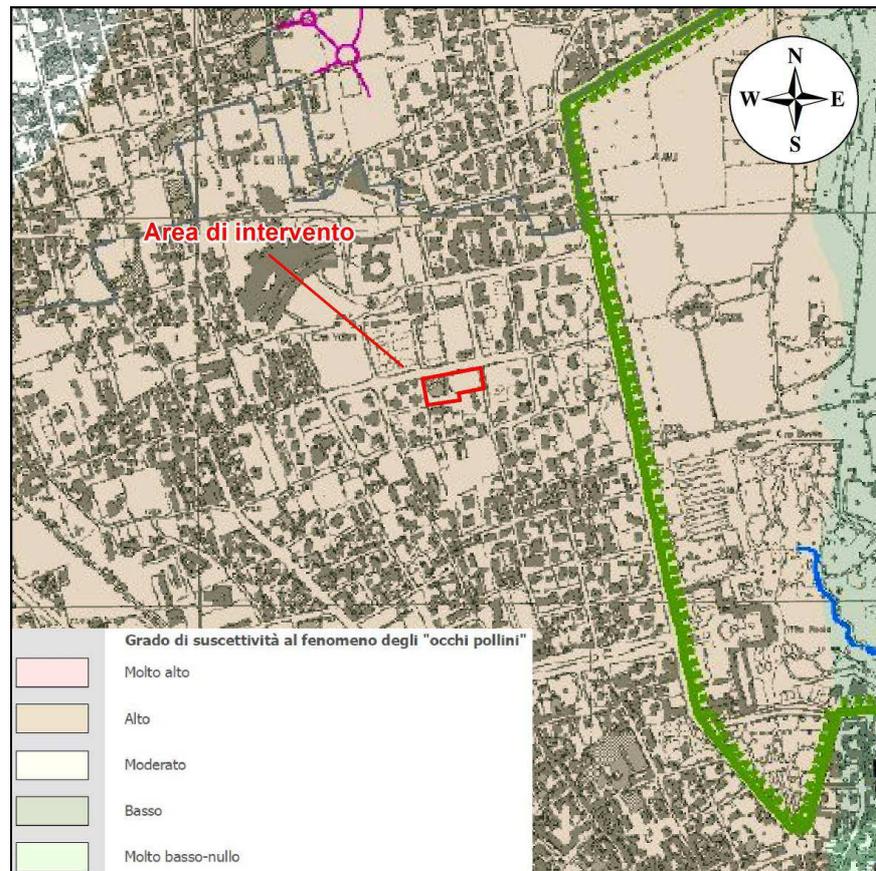


Figura 2– Estratto Tavola 8 “Fattibilità geologica” allegata al PGT, scala 1:15.000

Inoltre, in riferimento alla *Componente geologia, idrogeologica e sismica* allegata al PGT (Piano di governo del territorio) del Comune di Monza (approvato con delibera del Consiglio Comunale n. 8 del 06/02/2017) l'area in esame risulta compresa nella “*classe di fattibilità geologica 2 Bi (Binago)*” ovvero di fattibilità con modeste limitazioni - *favorevole con modeste limitazioni legate alla valutazione puntuale delle caratteristiche geotecniche e di drenaggio delle acque* (art. 3 delle Norme geologiche di piano allegate al PGT).

La stessa classe di fattibilità riporta la possibile presenza di cavità nel sottosuolo (occhi pollini) con problematiche legate a cedimenti differenziali (vedi Figura 3).

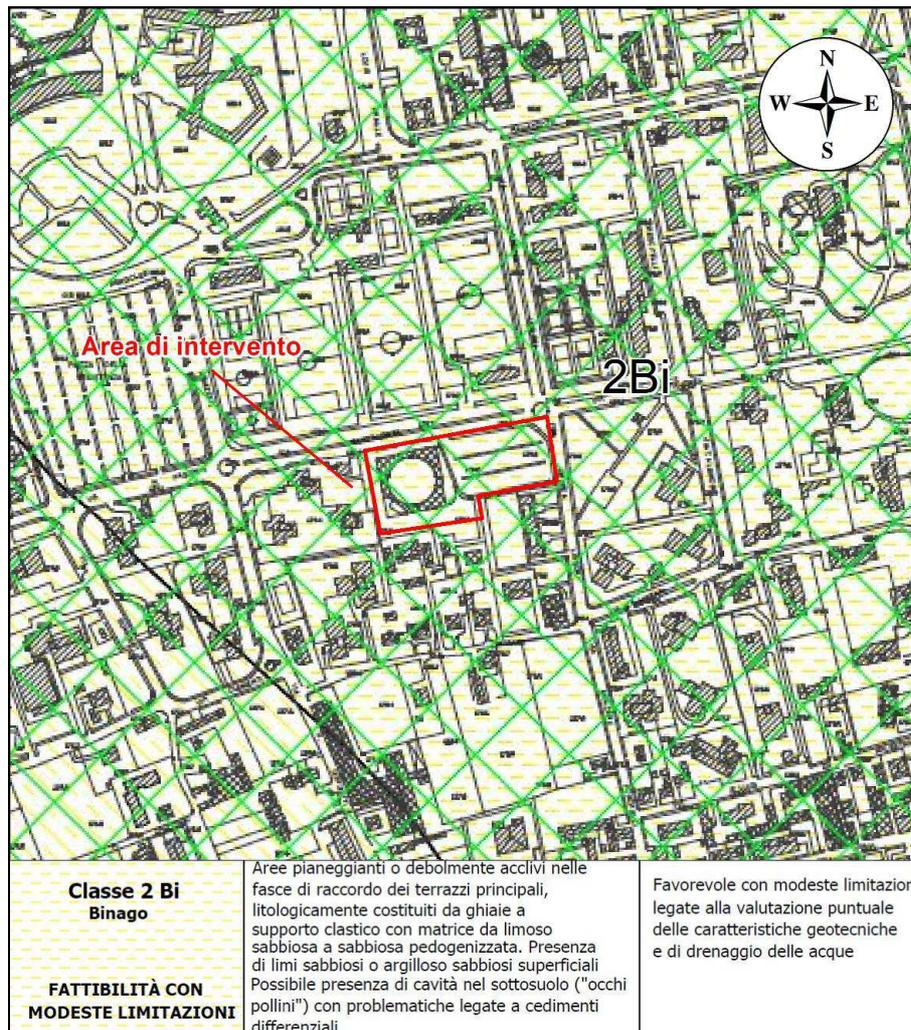


Figura 3 – Estratto Tavola 9b “Fattibilità geologica” allegata al PGT, scala 1:5.000

La stessa zona non rientra nelle aree soggette ad eventuali vincoli previsti dal PAI del Lambro (Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Lambro – L. 183/1989, DPCM 24-05-2001 e DGR 7/7365).

#### 4.3 QUADRO GEOLOGICO E LITOLOGIA

Il settore oggetto degli interventi, come valutato anche in occasione della realizzazione delle indagini geognostiche, è costituito da depositi fluvioglaciali, compresi materiali di riporto, formati principalmente da *ghiaie a supporto clastico con matrice pedogenizzata da limoso-sabbiosa a limosa* appartenenti al Sintema di Binago (Pleistocene medio) al limite con il Supersintema di Besnate ed in particolare dell'Unità di Guanzate (Pleistocene medio e superiore).

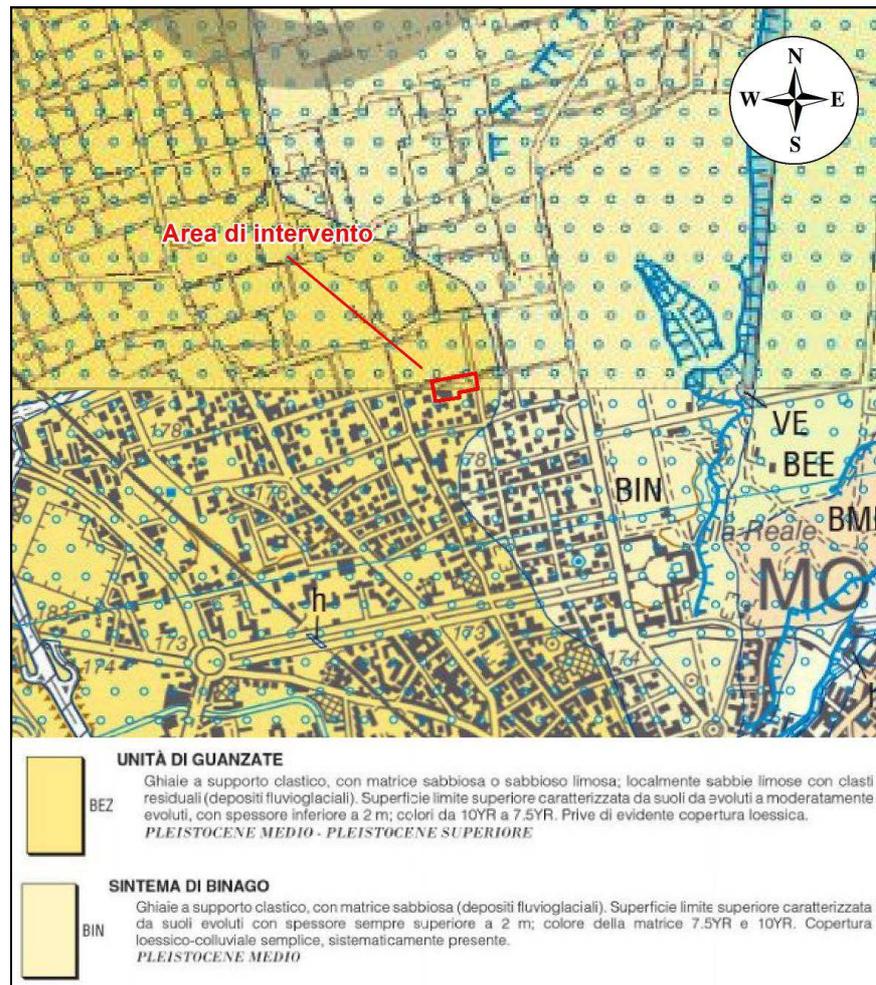


Figura 4– Estratto cartografico “Carta Geologica d’Italia”, Foglio n° 118 Milano e Foglio n° 096 Seregno, scala 1:20.000

La stessa formazione è caratterizzata da un profilo di alterazione profondo con spessori maggiori di 2 metri, come valutato anche in occasione della realizzazione della campagna di indagine di novembre 2017, a cui segue una copertura loessica costituita da *limi sabbiosi e argilloso-sabbiosi a contenuto clastico basso o nullo*, e successivamente le ghiaie.

Morfologicamente l’unità è associata al terrazzo fluvioglaciale di Villa Reale e rappresenta quel che rimane della piana alimentata da scaricatori glaciali provenienti dal lobo abduano del ghiacciaio lariano.

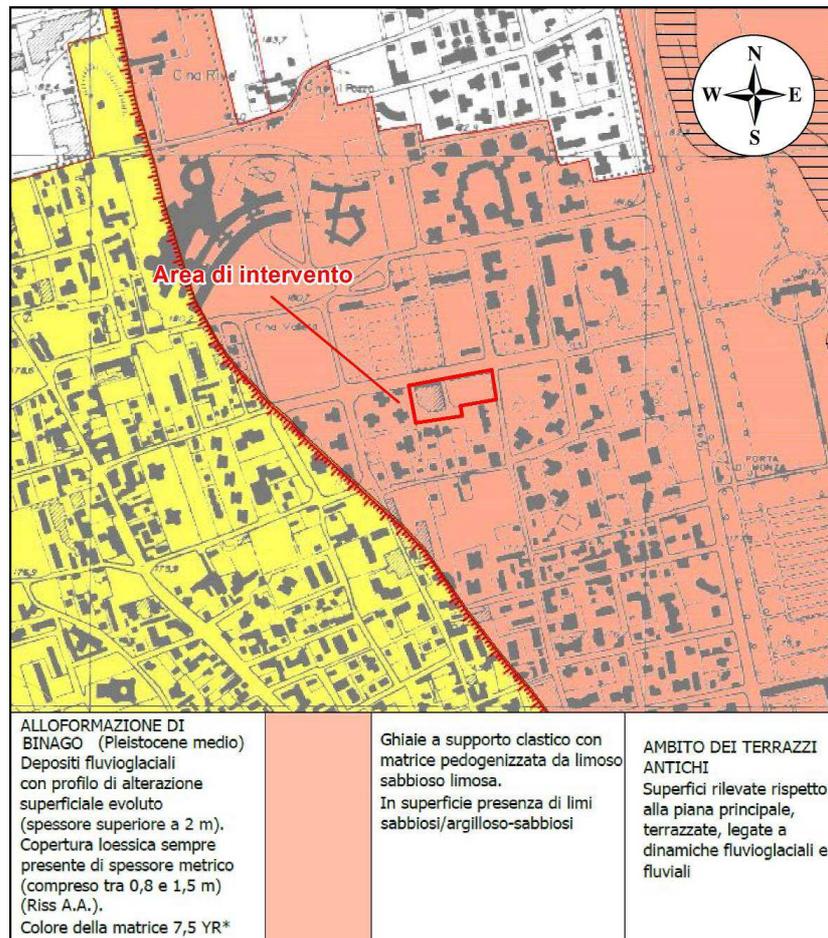


Figura 5– Estratto Tavola 1 “Geologia e geomorfologia” allegata al PGT, scala 1:10.000

Nella Figura 4, si riporta, a scala maggiore rispetto all'originale, l'estratto della “Carta Geologica d'Italia” Foglio 118 – Milano e Foglio 096 – Seregno (scala 1:50.000) e rispettiva legenda, comprendente l'area in oggetto.

In riferimento al citato PGT, recentemente aggiornato, l'area risulta compresa nell'Alloformazione di Binago – *depositi fluvio-glaciali con profilo di alterazione superficiale evoluto e copertura loessica sempre presente di spessore metrico* – nell'allegata Tavola 1 “Geologica e geomorfologica” (vedi Figura 5).

#### 4.4 CENNI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI

Nell'ambito della zona considerata la rete idrografica superficiale è pressoché assente, vista la consistente urbanizzazione dell'area ed i numerosi interventi di regimazione effettuati negli anni sul reticolo idrografico naturale

Il corso d'acqua più vicino è rappresentato dal Fiume Lambro, le cui acque scorrono più ad est a circa 1,5 km dall'area di intervento.

I terreni di origine fluvio-glaciale e di riporto sono caratterizzati nel complesso da medi e alti coefficienti di permeabilità, variabili in funzione della maggiore o minore presenza della frazione fine, tendenzialmente con valori più bassi nei primi metri da piano campagna dove si ritrovano sabbie limose e limi sabbioso-argillosi riferiti alla parte pedogenizzata e alla copertura loessica.

L'assetto idrogeologico della zona in esame è caratterizzato da unità idrogeologiche distinte e suddivise.

In particolare nell'area di studio sono presenti i Gruppi Acquiferi A e B (classificazione della Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002) costituiti prevalentemente da ghiaie sabbiose e conglomerati di origine fluviale e fluvioglaciale variamente cementati ad elevata trasmissività con orizzonti a bassa permeabilità rappresentati da sabbie limose, limi e argille.

Le stesse unità idrogeologiche sono sede dell'acquifero principale di tipo libero, caratterizzato da elevata permeabilità legata alla porosità, alla fratturazione e al carsismo ed alimentato, oltre che dagli apporti zenitali delle acque meteoriche, dalle perdite per infiltrazione del Fiume Lambro.

L'area di intervento è ubicata in prossimità di due pozzi dell'acquedotto comunale denominati "Donizetti" (cod. 37), a sud-ovest, e "Lissoni" (cod. 49), a nord-est, con le rispettive Aree di salvaguardia (D. Lgs. 152/06, D.G.R. n. 7/12693/2003), che presentano soggiacenza media pari a circa -27 metri da piano campagna variabile stagionalmente.

In particolare l'andamento generale della falda freatica evidenzia linee di flusso con direzione da NNE verso SSO, come valutato anche nella Tavola 2 "Idrogeologia" allegata al citato PGT (vedi Figura 6).

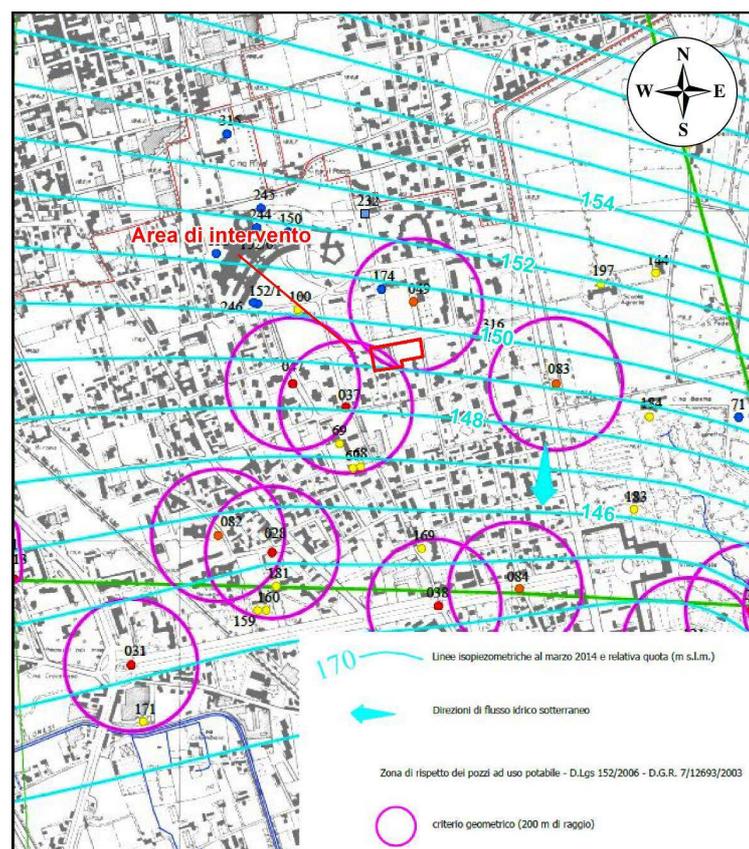


Figura 6– Estratto Tavola 2 "Idrogeologia" allegata al PGT, scala 1:15.000

In riferimento alla vulnerabilità intrinseca, anche in relazione alla presenza dei citati pozzi ad uso potabile, la zona è situata all'interno di un'area classificata con grado di vulnerabilità "basso" in quanto l'acquifero libero risulta protetto superficialmente dall'alterazione limoso-sabbiosa dei depositi dell'Alloformazione di Binago.

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione si è fatto riferimento ai risultati della campagna di indagini geotecniche eseguita nel 2010 e della successiva, e più rilevante, campagna di indagini geotecniche e geofisiche condotta tra Ottobre e Dicembre 2017.

Come detto, prima del coinvolgimento degli scriventi, una modesta porzione dell'area di cantiere, posta a Sud del fabbricato Ex Cinema Maestoso, era stata già oggetto di indagini nel 2010 tramite l'esecuzione di n. 5 prove penetrometriche dinamiche spinte sino a 12-14 m da p.c. (Figura 7).

La campagna del 2017 ha invece previsto l'esecuzione di n. 5 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a circa 35 m da piano campagna, con esecuzione di prove SPT in foro e prelievo di campioni rimaneggiati per l'esecuzione di prove di classificazione in laboratorio. Uno dei sondaggi geognostici è stato attrezzato per l'esecuzione di una prova geofisica tipo down-hole. Sono state inoltre eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH (in corrispondenza dell'ubicazione della futura gru di cantiere), spinte sino a circa 10-12 m da p.c. Infine, sono stati eseguiti n. 11 stendimenti per prove geoelettriche con metodo tomografico, disposti uniformemente su tutta l'area di cantiere, per accertare la presenza di anomalie stratigrafiche riconducibili al fenomeno geologico noto come "occhio pollino". L'ubicazione dei punti di indagine e degli stendimenti è illustrata in Figura 8.

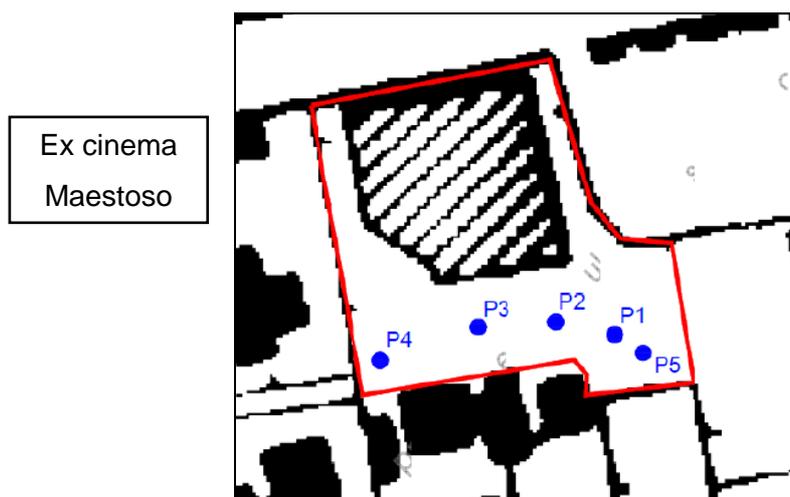


Figura 7 – ubicazione punti di indagine 2010 (non in scala)

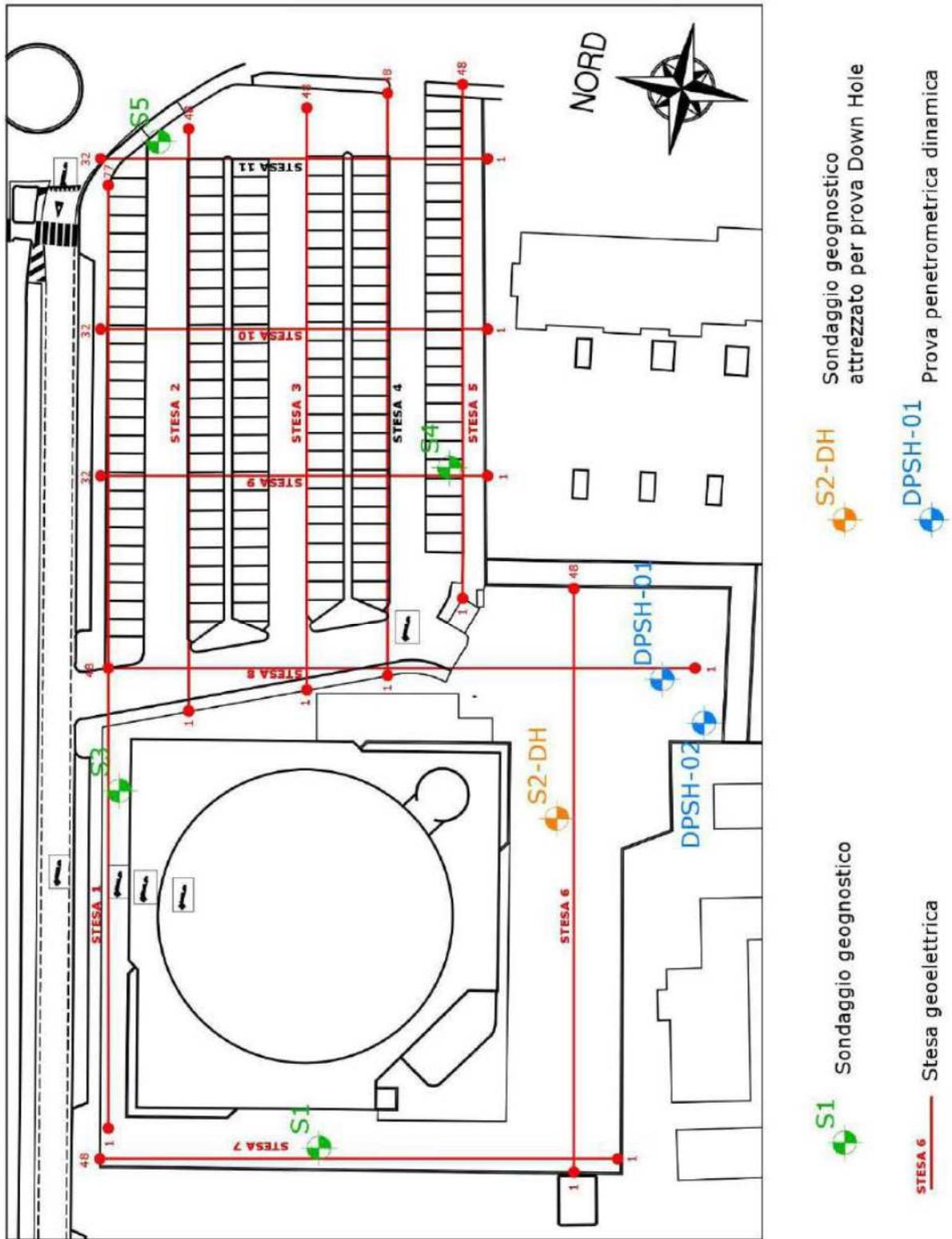


Figura 8 – ubicazione punti di indagine e stendimenti campagna 2017

## 5.1 RISULTATI INDAGINI GEOTECNICHE 2010

Le indagini del 2010 sono consistite nell'esecuzione di n. 5 prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH (penetrometro super pesante), ubicate come illustrato in Figura 7. Nel seguito si riportano i risultati in forma tabellare, così come presentati nella Relazione Tecnica del Luglio 2010 a cura dello studio associato Geologica (dott. Geol. Luca Pizzi).

**Tabella 1 – sommario risultati prova DPSH1 (2010)**

Strato	Profondità (m da p.c.)	Spessore (m)	N colpi medio (N <sub>30</sub> )
1	0,0-0,60	0,60	23
2	0,60-5,10	4,90	7
3	5,10-7,20	2,10	4
4	7,20-13,20	6,00	2
5	13,20-13,50	0,30	42
6	13,50-13,80	0,30	>100 (rifiuto)

**Tabella 2 – sommario risultati prova DPSH2 (2010)**

Strato	Profondità (m da p.c.)	Spessore (m)	N colpi medio (N <sub>30</sub> )
1	0,0-0,90	0,90	21
2	0,90-4,80	3,90	6
3	4,80-7,20	2,40	2
4	7,20-10,20	3,00	7
5	10,20-13,50	3,30	3
6	13,50-14,10	0,60	35
7	14,10-14,40	0,30	>100 (rifiuto)

**Tabella 3 – sommario risultati prova DPSH3 (2010)**

Strato	Profondità (m da p.c.)	Spessore (m)	N colpi medio (N <sub>30</sub> )
1	0,0-0,60	0,60	19
2	0,60-5,10	4,50	6
3	5,10-6,00	0,90	10
4	6,00-12,00	6,00	4
5	12,00-12,30	0,30	42
6	12,30-12,60	0,30	>100 (rifiuto)

**Tabella 4 – sommario risultati prova DPSH4 (2010)**

Strato	Profondità (m da p.c.)	Spessore (m)	N colpi medio (N <sub>30</sub> )
1	0,0-0,60	0,60	25

2	0,60-3,00	2,40	5
3	3,00-7,80	4,80	2
4	7,80-11,70	3,90	1
5	11,70-12,00	0,30	36
6	12,00-12,30	0,30	>100 (rifiuto)

**Tabella 5 – sommario risultati prova DPSH5 (2010)**

Strato	Profondità (m da p.c.)	Spessore (m)	N colpi medio ( $N_{30}$ )
1	0,0-0,60	0,60	34
2	0,60-4,20	3,60	5
3	4,20-6,00	1,80	26
4	6,00-9,90	3,90	6
5	9,90-10,50	0,60	14
6	10,50-10,80	0,30	49
7	10,80-11,10	0,30	>100 (rifiuto)

I risultati delle prove penetrometriche, limitatamente all'area investigata, hanno indicato che, al di sotto del terreno superficiale antropico (spessore 0,60-0,90 m), vi sono strati di terreno poco addensati, caratterizzati da misto di sabbie e limi con ciottoli (con  $N_{30}$  compreso tra 5 e 7), fino a circa 4,0-5,0 m di profondità da p.c. Successivamente è stata riscontrata una generale diminuzione della resistenza alla penetrazione ( $N_{30}$  compreso tra 1 e 4) nell'intervallo di profondità tra 5 e 12 m circa da p.c. Tale risultato potrebbe essere associato alla presenza di anomalie stratigrafiche tipo "occhio pollino". Oltre tale quota la resistenza alla penetrazione è risultata rapidamente crescente e le prove hanno generalmente dato rifiuto tra i 12 e i 14 m da p.c.

## 5.2 RISULTATI INDAGINI GEOTECNICHE 2017

I sondaggi geognostici della campagna di indagini 2017 hanno consentito di investigare l'intera area di cantiere (rispetto alle indagini 2010).

A causa della loro ubicazione, i sondaggi S1 e S3 hanno indicato la presenza di riporti sino a circa 6-7 m di profondità dal p.c. Successivamente sono stati riscontrati terreni prevalentemente incoerenti e, a partire da circa 15 m da p.c. sono state individuate sabbie e ghiaie pulite e sabbia grossa omogenea. Il sondaggio S2, ubicato nell'area investigata nel 2010, ha confermato la presenza di terreni prevalentemente incoerenti, misti (ghiaie e sabbie limose, con limo), poco addensati ( $N_{SPT} = 13-17$ ) fino a circa 15 m da p.c. Successivamente sono stati riscontrati terreni incoerenti addensati (prove SPT a rifiuto). Il sondaggio S4 ha indicato la presenza di terreni incoerenti addensati a partire da circa 5 m da p.c.; le prove SPT eseguite lungo questa verticale hanno dato tutte rifiuto. Infine, il sondaggio S5 ubicato nell'area Nord-est del cantiere, ha riscontrato la presenza di terreni incoerenti poco addensati fino a circa 9,5 m da p.c. (con  $N_{SPT} = 11-12$ ) e, soprattutto, ha indicato la presenza di un possibile volume vuoto tra 9,5 e 16,5 m da p.c. (nessun recupero di materiale durante la perforazione lungo questo tratto).

Le prove penetrometriche dinamiche continue eseguite a Dicembre 2017 in corrispondenza della futura gru di cantiere hanno sostanzialmente confermato i risultati delle prove penetrometriche DPSH del 2010, specie la prova DIN2 con valore  $N_{30} = 5-10$  circa nel tratto tra 2 e 7 m da p.c.

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

#### Interpretazione risultati prove SPT

Di seguito sono illustrate alcune tra le principali correlazioni tra i risultati della prova SPT con i parametri di resistenza e deformabilità di terreni prevalentemente incoerenti. Tali relazioni sono state applicate trascurando cautelativamente i risultati delle prove che hanno dato rifiuto.

La prova penetrometrica SPT consiste nell'infissione a percussione di un campionatore standard, del peso di 63,5 kg, che consente di valutare la resistenza meccanica, valutata come numero di colpi  $N$  del maglio per ottenere un avanzamento di 300 mm. Tale prova si esegue a varie profondità lungo una verticale di sondaggio e consente di determinare il grado di addensamento attraverso la resistenza che il terreno offre alla penetrazione. Il campionatore può essere a punta aperta (tipo Raymond) oppure, per terreni grossolani e con presenza di ciottoli, a punta conica. Il numero di colpi ( $N$ ) necessario per una penetrazione del campionatore pari a 300 mm (dopo 150 mm di infissione preliminare), è il dato assunto come indice della resistenza alla penetrazione ( $N_{SPT}$ ).

La prova è compresa negli standard ASTM (D 1586-67, riapprovata nel 1974), mentre l'Associazione Geotecnica Italiana (AGI) ha incluso la prova SPT nelle Raccomandazioni per le Indagini Geotecniche (1977), così pure come l'Associazione Geotecnica Internazionale (ISSMFE) che ha emesso una specifica Procedura di riferimento.

La diffusione di questo tipo di prova, legata alla semplicità e praticità di esecuzione e ai costi contenuti, ha spinto i ricercatori alla formulazione di relazioni empiriche in grado di fornire un'elevata quantità di informazioni sui parametri di resistenza e deformazione delle terre. La prova SPT eseguita su depositi di terreni incoerenti consente, perciò, di valutarne il grado di addensamento mediante la stima della densità relativa  $D_r$ , l'angolo di resistenza al taglio  $\phi'$  in funzione della tensione efficace in situ e della granulometria, e i parametri di deformazione.

#### **Normalizzazione del valore di $N_{SPT}$**

I valori di  $N_{SPT}$  possono essere normalizzati per tener conto dell'influenza della pressione efficace del terreno, riferendoli a un valore unitario della pressione verticale efficace  $\sigma'_{v0} = 1$  kg/cm<sup>2</sup>, mediante l'espressione:

$$N_1 = C_N \cdot N$$

dove  $N$  è il numero di colpi ( $N_{SPT}$ ) misurati con la prova standard e  $C_N$  è un coefficiente di correzione che dipende dalla tensione efficace litostatica  $\sigma'_{v0}$  ed è ricavabile dalla:

$$C_N = 1 / \sigma'_{v0}{}^{(n)} \quad \text{con } n = 0,5 \quad (\text{Liao e Whitman, 1985}).$$

È inoltre possibile tenere conto anche dell'efficienza del dispositivo di infissione e riferire il numero di colpi  $N$  ad un rendimento medio identificato tradizionalmente pari al 60%. Il valore normalizzato di  $N$ , che tenga conto sia della pressione del terreno sovrastante che del rendimento del sistema di infissione, può essere calcolato come:

$$(N_1)_{60} = \frac{ER \times N_{SPT}}{60 \times \sqrt{\sigma'_{v0}}}$$

dove ER è il rendimento medio misurato del sistema di infissione.

I dati disponibili hanno permesso di correggere il valore di  $N_{SPT}$  per tenere conto della pressione del terreno sovrastante, ma non hanno consentito la normalizzazione rispetto al rendimento medio del dispositivo di infissione. D'altro canto, la qualità delle prove, condotte seguendo modalità di esecuzione conformi agli attuali standard di riferimento, consente di trascurare gli effetti derivanti da questo secondo fattore. Per cui si accetta:

$$(N_1)_{60} = N_1$$

### Densità relativa

La valutazione della densità relativa  $D_r$  dei terreni incoerenti può essere condotta attraverso l'impiego della relazione, molto utilizzata in presenza di terreni sabbiosi, proposta da Terzaghi e Peck (1948) e successivamente modificata da Skempton (1986), riportata di seguito:

$$D_r = \sqrt{\frac{(N_1)_{60}}{A}} \quad \text{con } A \cong 65 \div 60 \text{ nel caso di sabbie.}$$

dove  $(N_1)_{60}$  è la resistenza penetrometrica dinamica normalizzata per tenere conto sia della tensione litostatica che del rendimento del sistema di infissione.

Qualora il terreno sia di natura ghiaioso-sabbiosa, è opportuno utilizzare la seguente correlazione, proposta da Yoshida et al. (1988):

$$D_r = 25 \cdot N_{SPT}^{0.44} \cdot (\sigma'_{vo})^{-0.13}$$

Nella quale la pressione verticale effettiva  $\sigma'_{vo}$  è espressa in kPa.

Nei casi in cui non sia noto il contenuto in ghiaia dei terreni indagati, è buona prassi adottare valori intermedi tra quelli ricavati con le espressioni precedenti.

### Angolo di resistenza al taglio

Per la valutazione dell'angolo di resistenza al taglio si possono utilizzare le relazioni proposte da Schmertmann (1977) idonee alla caratterizzazione di terreni di natura incoerente e anche la relazione proposta dall'American Petroleum Institute (API, 1987).

### Parametri di deformabilità, Modulo di Young E

Per quanto riguarda il modulo di Young E, si può adottare la correlazione di D'Appollonia (1970), aggiornata da Denver (1982) che esprime il valore del modulo direttamente in funzione del numero di colpi  $N_{SPT}$  non normalizzato:

$$E = 0,478 \times N_{SPT} + 7,17 \quad (\text{coefficienti validi per ghiaie/sabbie}) \text{ (in MPa)}$$

### Modulo di Young $E_{25}$

Nel campo di utilizzo usuale le strutture dell'ingegneria civile si ha un grado di mobilitazione della resistenza al taglio ultima del 25÷30% e una deformazione media pari a  $1 \times 10^{-3}$ ; per depositi di sabbie e ghiaie NC e OC, si può utilizzare la correlazione di Jamiolkowski et al. (1988) che esprime il modulo di Young al 25% della rottura in funzione del numero di colpi  $N_{SPT}$ , non corretto rispetto alla pressione del terreno sovrastante:

$$E_{25\%} = (1,05 - 0,35 \cdot D_r) \times N_{SPT} \quad \text{terreni NC (in MPa)}$$

Stroud (1989) ha proposto un approccio alternativo per la stima della rigidezza di terreni granulari, basato sull'analisi di numerosi casi reali documentati da precedenti autori come Burland (1982). Alla luce di alcune considerazioni che riguardano il livello di deformazione tipicamente coinvolto nelle opere di ingegneria civile è stato possibile proporre la seguente relazione, valida per terreni incoerenti normalmente consolidati e sovra consolidati:

$$\frac{E'}{N_{60}} = 1 \text{ (MPa)}$$

Tale relazione pare essere almeno in parte in accordo con la rielaborazione a ritroso proposta da Clayton (1993) dei dati di sperimentali presentati da Burland e Burbridge (1985) sui cedimenti delle fondazioni dirette di numerosi fabbricati.

Nel seguito si illustrano i risultati dell'interpretazione delle prove SPT ai fini della definizione del Profilo Geotecnico.

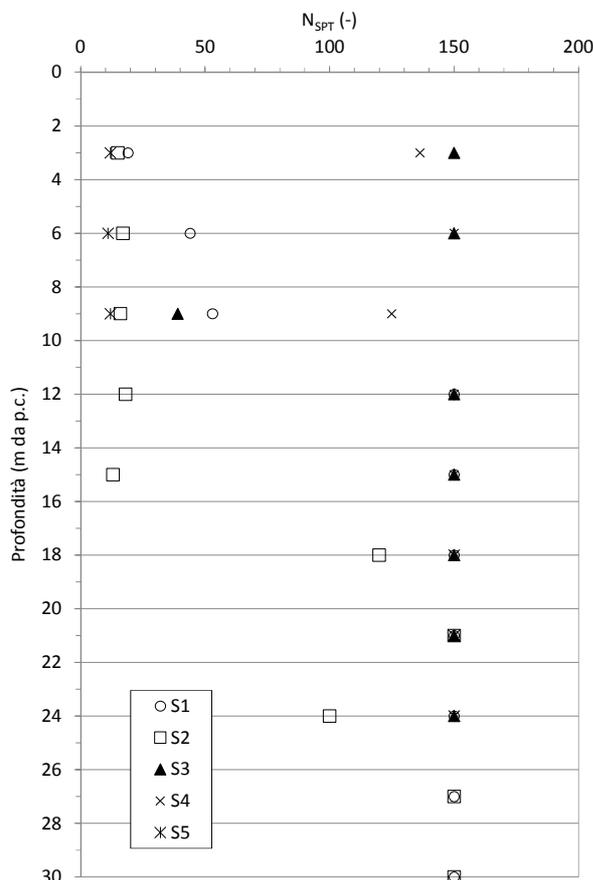


Figura 9 – Valori Nspt

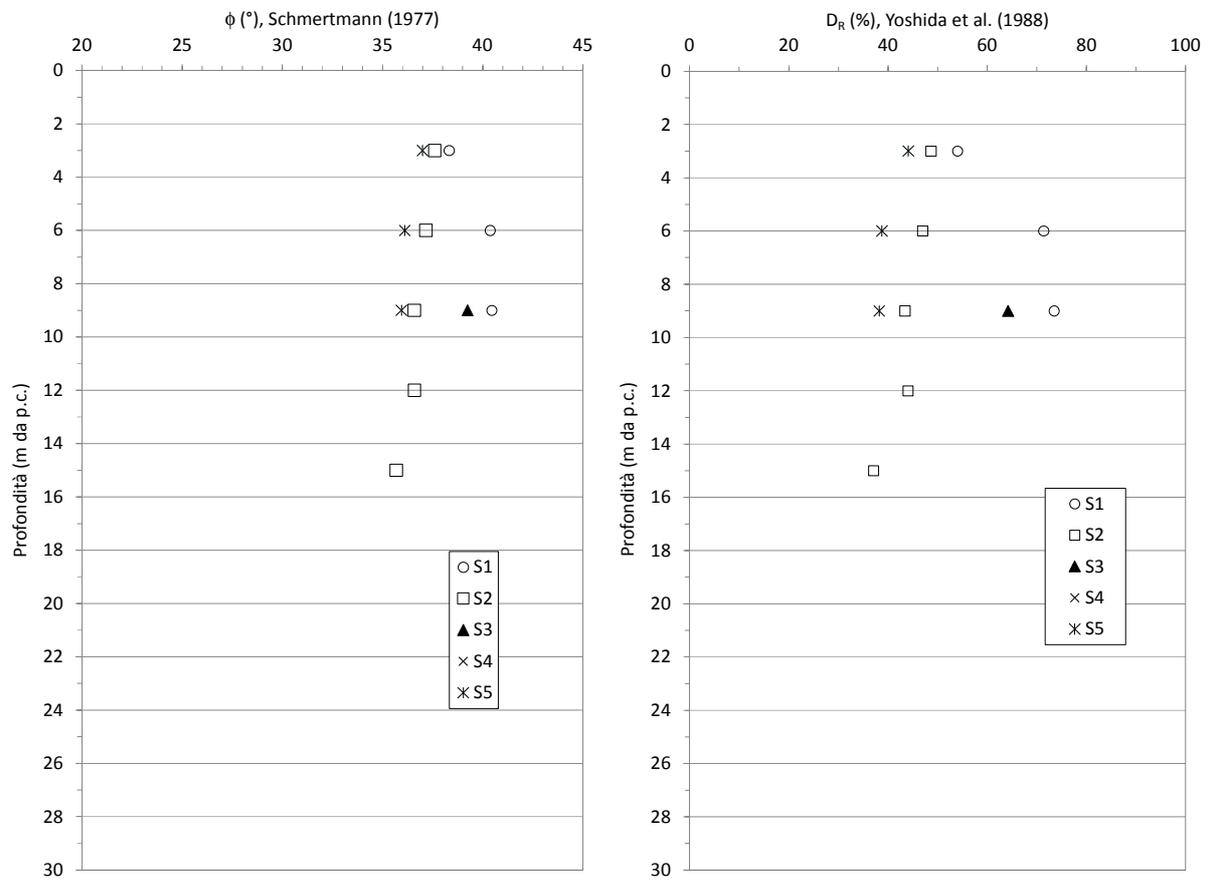


Figura 10 – risultati prove SPT e stima della densità relativa

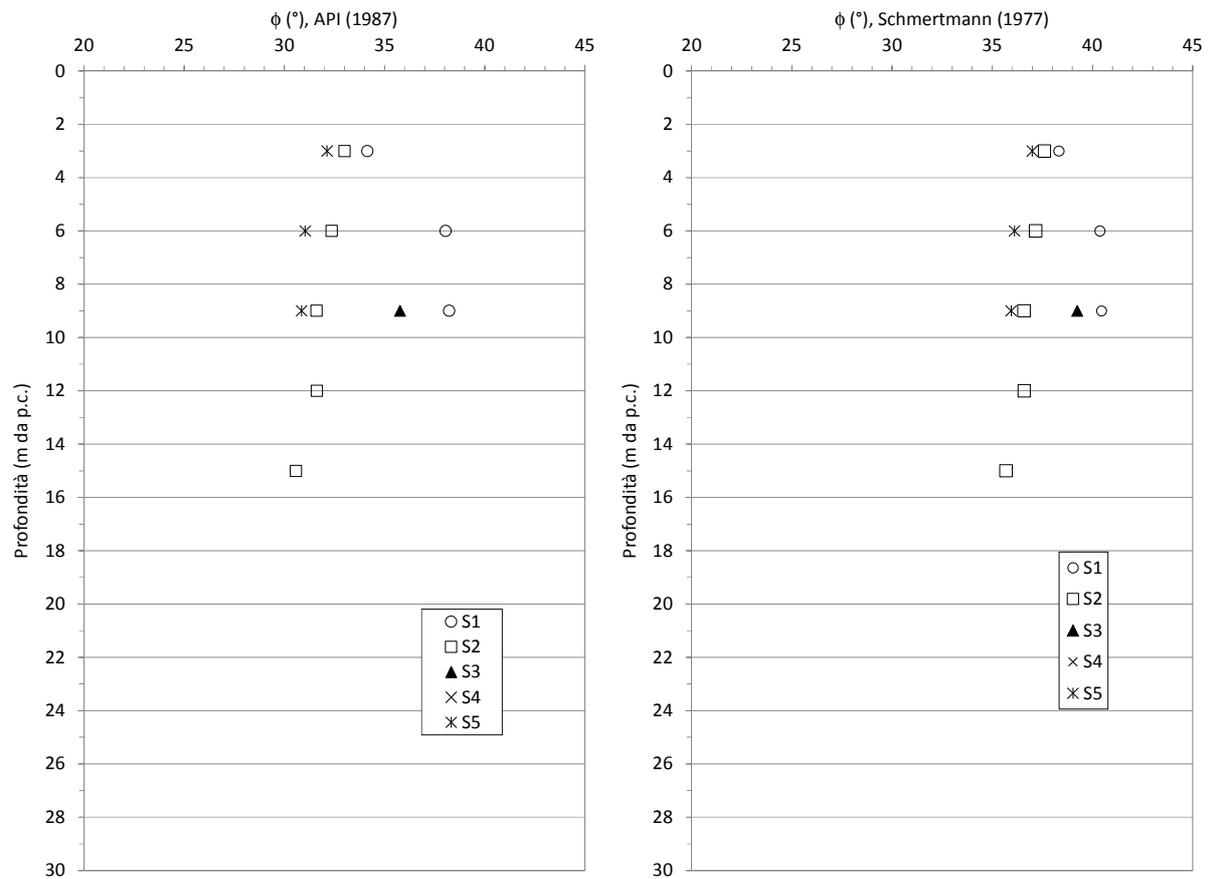


Figura 11 – stima dell'angolo di resistenza al taglio

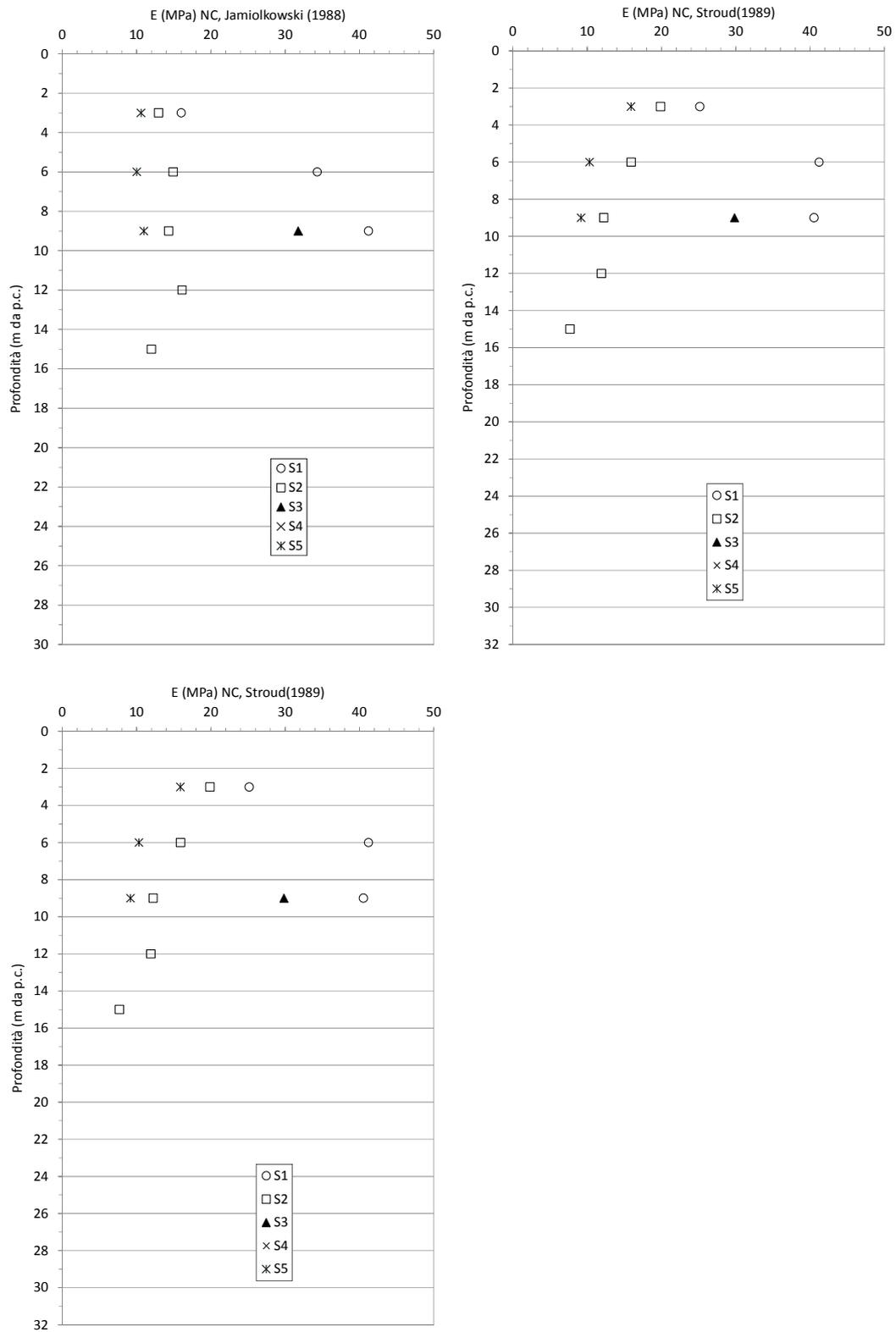
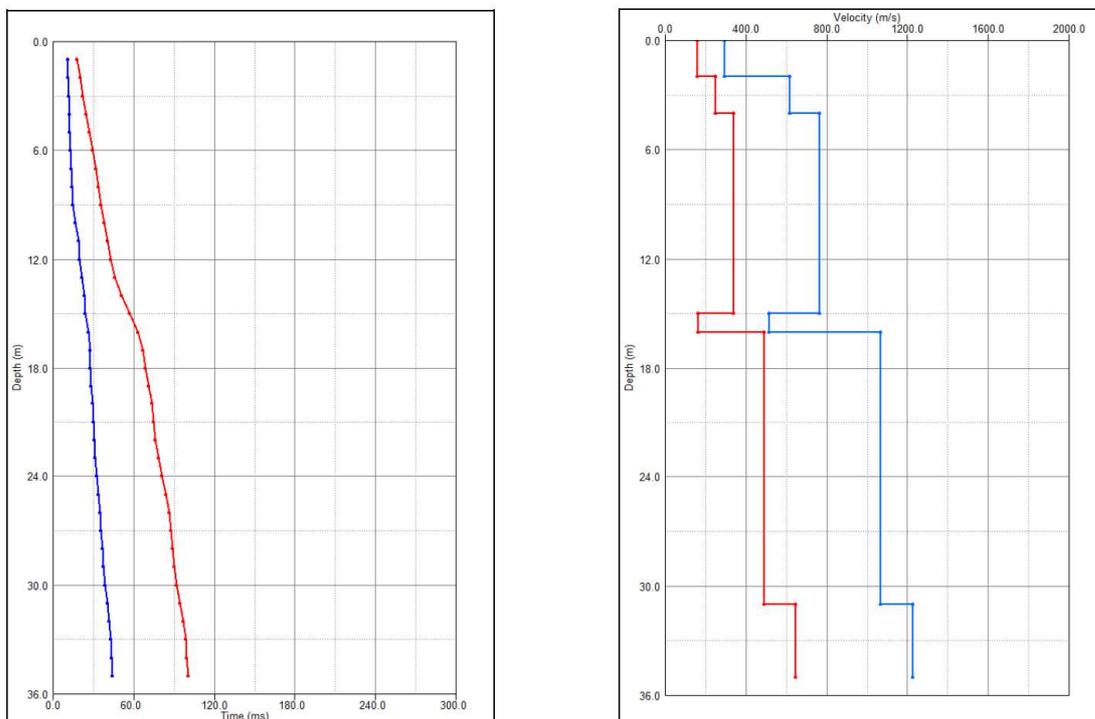


Figura 12 – stima della deformabilità da prove SPT

### Risultati indagini geofisiche sismiche

Come detto, il sondaggio S2 è stato attrezzato per l'esecuzione di una prova geofisica tipo Down-hole, eseguita a partire dal piano campagna sino alla profondità di circa 35 m.

L'analisi delle registrazioni effettuate ha consentito di ricostruire l'andamento della velocità delle onde P e onde S, nonché di riconoscere una suddivisione sismostratigrafica per la stima del parametro  $V_{s,30}$ . Di seguito si riportano i grafici ottenuti da parte dei tecnici della ditta SinGeA, incaricata delle indagini. L'andamento della velocità delle onde P e S pare confermare i risultati ottenuti dal sondaggio S2 in termini di granulometria e grado di addensamento. I valori riscontrati sono indice di una buona risposta meccanica (in termini di rigidezza alle piccole deformazioni), specie se confrontati con l'esito delle prove SPT (vedere Relazione Tecnica SinGeA, gennaio 2018).



- Dromocrone onde P (blu) e S (rosso) -

- Velocità onde P (blu) e S (rosso) -

Figura 13 – risultati prova Down-hole presso il sondaggio S2 (2017)

PROFONDITÀ SISMOSTRATO (m)	SPESSORE SISMOSTRATO (m)	VELOCITÀ Onde P (m/sec)	VELOCITÀ Onde S (m/sec)
-2.0	2.0	293	161
-4.0	2.0	618	250
-15.0	11.0	763	338
-16.0	1.0	516	164
-31.0	15.0	1067	489
-35.0	4.0	1228	645
$V_{s30}$ 413 m/sec		CATEGORIA SOTTOSUOLO B	

Figura 14 – Successione sismostratigrafica elaborata sulla base dei risultati prova D-H (SinGeA, 2017)

### Risultati indagini geoelettriche

I risultati delle indagini 2010 e dei sondaggi della campagna 2017 hanno messo in luce la presenza di possibili anomalie stratigrafiche riconducibili al fenomeno di natura geologica noto come “occhio pollino”. Per l’approfondimento di questa problematica si è scelto di promuovere una estesa campagna di indagini di tipo geoelettrico, costituita da n. 11 stendimenti pressoché uniformemente distribuiti sull’area di cantiere, elaborati con la tecnica tomografica. Le prove sono state condotte dai tecnici incaricati dalla ditta SinGeA, responsabile per l’esecuzione della campagna di indagini 2017.

In sintesi e in termini generali, la campagna di indagini geoelettriche ha confermato la presenza di anomalie stratigrafiche in più punti dell’area di cantiere, a profondità comprese tra 4 e 10 m da p.c., caratterizzate in alcuni casi da elevati valori di resistività (oltre 800-1000 Ohm/m) e, in taluni altri da bassi valori di resistività (tipici dei limi e/o di terreni umidi). Tali anomalie interpretative potrebbero essere il segno, da una parte, di anomalie stratigrafiche associate a volumi di terreno a grana grossa cementati vacuolari e/o con cavità di varie dimensioni, e, dall’altra, di volumi di terreno limoso soffice e umido ricompreso all’interno di strati di materiale sabbioso/ghiaioso asciutto.

Per l’esame dei risultati delle indagini geoelettriche si rimanda alla Relazione Tecnica a cura della ditta incaricata delle indagini (SinGeA, Gennaio 2018).

## **5.3 PROFILO GEOTECNICO**

### Successione stratigrafica e parametri geotecnici

Alla luce dei risultati delle indagini geotecniche sin qui condotte, di seguito si illustra il Profilo Geotecnico, principalmente elaborato in via cautelativa sulla base dei risultati delle prove SPT, trascurando le prove che hanno dato rifiuto:

- Da p.c. fino a 15,0 m da p.c.: sabbie con ghiaie, limose, poco addensate, possibili cavità e grado di addensamento molto basso (“occhio pollino”):  $N_{SPT} = 11-18$ , peso di volume 16-18 kN/m<sup>3</sup>, densità relativa  $D_r = 40-50\%$ , angolo di resistenza al taglio  $\phi' = 30-33$ , modulo  $E = 15-30$  MPa;
- Da 15,0 m fino alla massima profondità investigata (35 m): sabbie e ghiaie pulite, mediamente addensate:  $N_{SPT}$  n/a (sempre “a rifiuto”), peso di volume 18-20 kN/m<sup>3</sup>, densità relativa  $D_r = 60-80\%$ , angolo  $\phi' = 36-38^\circ$ , modulo  $E = 45-60$  MPa crescente con la profondità.

Falda assente.

### Modello geotecnico parametri caratteristici

Si riporta di seguito il modello geotecnico del terreno e i parametri geotecnici caratteristici espressi in termini di tensioni efficaci.

<b>Strato</b>	<b>H<sub>retto</sub></b> [m da p.c.]	<b>H<sub>base</sub></b> [m da p.c.]	<b><math>\gamma</math></b> [kN/m <sup>3</sup> ]	<b><math>\phi_k</math></b> [°]	<b><math>c_k'</math></b> [KPa]	<b>E1</b> [MPa]
Sabbie con ghiaie, limose, poco addensate	0	-15	18	32	0	15-30
Sabbie e ghiaie pulite, mediamente addensate	-15	-30	19	36	0	45-60

**Tabella 6: Stratigrafia di calcolo e parametri geotecnici**

dove:

- $\gamma$  = peso di volume del terreno;
- $\phi_k'$  = valore caratteristico angolo di resistenza al taglio del terreno;
- $c_k'$  = valore caratteristico coesione del terreno in termini di tensioni efficaci;
- E1 = Modulo operativo di deformabilità elastico di Young per il calcolo delle opere di sostegno crescente con la profondità in condizioni di compressione vergine;

## 6 INQUADRAMENTO SISMICO

Con riferimento all'O.P.C.M. n.3274 il comune di Monza viene classificato come zona sismica 4, con accelerazione orizzontale massima  $a_g$ , su suolo di riferimento di categoria A, pari a 0.05 g.

Il comune si trova al di fuori delle zone sismogenetiche definite dall'INGV (Figura 15)

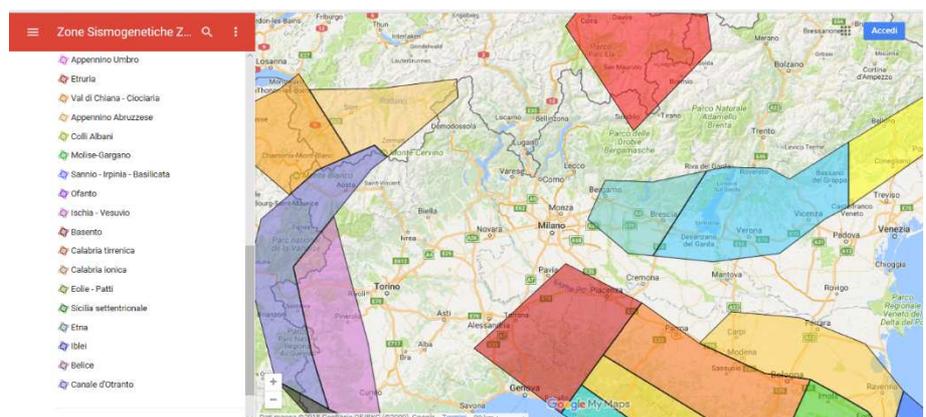


Figura 15 Gruppo di lavoro (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dell'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il dipartimento della protezione civile, INGV, Milano-Roma aprile 2004. Zone sismogenetiche.

In seguito alla nuova classificazione sismica regionale (D.G.R. n.X/2129 del 11.07.2014) approvata recentemente dalla Regione Lombardia (D.G.R. n.X/5001 del 30.03.2016), il Comune di Monza è stato inserito in zona sismica 3.

Secondo la normativa sismica di P.G.T. vigente l'area d'intervento risulta inserita nella zona Z4a ("Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi") di pericolosità sismica locale del Comune di Monza (Tav. 6b "Carta della pericolosità sismica locale"), dove sono prevedibili effetti di amplificazione della sollecitazione sismica attesa, conseguenti a fenomeni di amplificazione litologica.

Come previsto dalla normativa di riferimento (D.G.R. 28.05.08 n. 8/7374 Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11.03.05 n. 12, approvati con D.G.R. 22.12.05 n.8/1566 ) è stato definito il Fattore di Amplificazione  $F_a$ .

Il parametro  $V_{s30}$  con riferimento alla quota di imposta dell'edificio (9 m da p.c.) vale 450 m/s.

Ai sensi delle NTC 08 i terreni in oggetto appartengono quindi alla categoria B:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

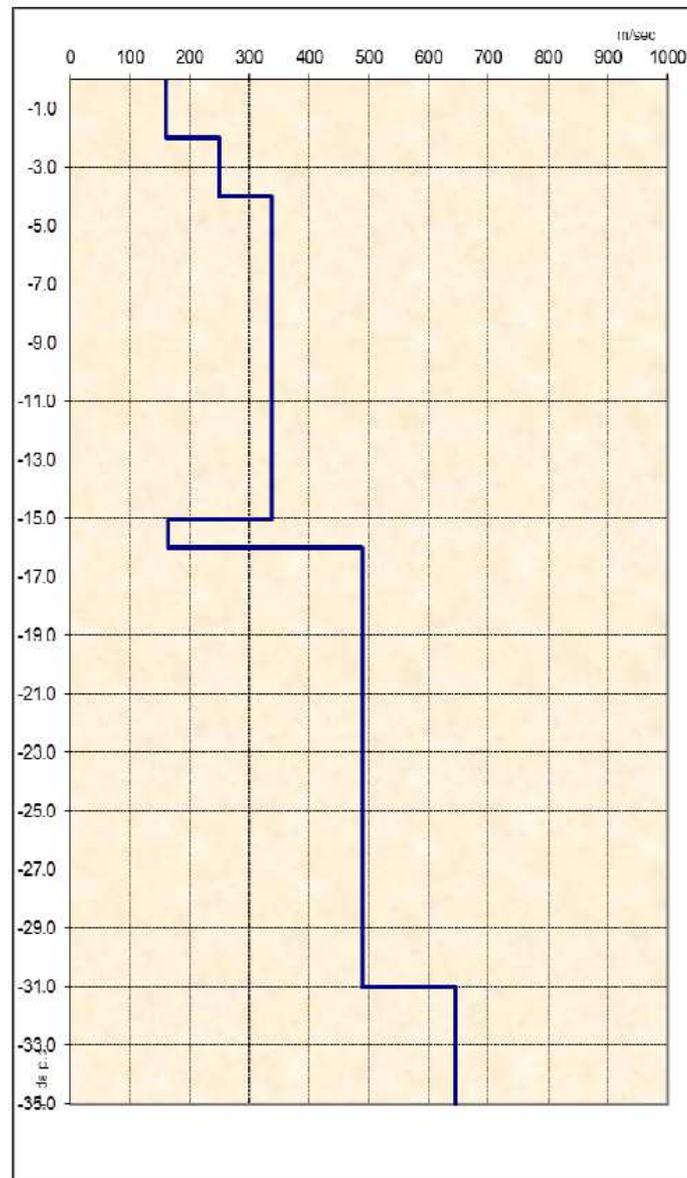


Figura 16: risultati prova down-hole (andamento delle Vs in funzione della profondità) condotta in corrispondenza del sondaggio S2.

Poiché l'area ricade nella zona sismica locale Z4a la normativa di riferimento richiede un approfondimento di 2° livello che consente la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi al sito e l'individuazione di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici. La procedura di verifica fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione ( $F_a$ ), riferito agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Nelle aree con possibili amplificazioni morfologiche la procedura richiede:

- definizione della litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- definizione della stratigrafia del sito;
- definizione dell'andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;

- conoscenza di spessore e velocità di ciascuno strato.

La Regione Lombardia mette a disposizione una serie di schede di riferimento, riferite a differenti litologie, da adottare per la valutazione di  $F_a$ . Lo schema di verifica procede nel modo di seguito descritto:

- individuazione della scheda di riferimento e verifica della validità della stessa in base all'andamento dei valori di  $V_s$  con la profondità;
- scelta, in funzione della profondità e della velocità  $V_s$  dello strato superficiale, della curva più appropriata per la valutazione del valore di  $F_a$  nell'intervallo 0.1-0.5 s (di riferimento per gli edifici in progetto) in base al valore del periodo proprio del sito  $T$ .

Il valore di  $F_a$  viene quindi calcolato sulla base degli abachi disponibili. La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di  $F_a$  ottenuto per il sito di riferimento con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (classi B, C, D ed E delle Norme Tecniche per le Costruzioni) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Si possono presentare due situazioni:

- il valore di  $F_a$  è inferiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

Il periodo proprio del sito  $T$  necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità  $V_s$  è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_s 30 \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

Nel caso in esame assumendo  $V_s$  pari a 800 m/s a 50 m di profondità  $T$  risulta pari a 0.31 s.

Il calcolo di  $F_a$  è stato condotto con riferimento alla scheda litologica sabbiosa che risulta valida per il campo di  $V_s$  in oggetto (Figura 17).

Considerando le tipologia dei edifici (strutture relativamente basse e regolari con  $F_a$  compreso tra 0.1 e 0.5 s) la formula di riferimento per il calcolo di  $F_a$  è la seguente:

$$F_a = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84 \approx 1.7$$

Il valore di riferimento di  $F_a$  per il comune di Monza, per la categoria di suolo calcolata B e per la tipologia di edificio con intervallo 0.1-0.5 s è di 1.4.

Il fattore  $F_a$  calcolato è risultato superiore: la normativa pertanto è insufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi necessario utilizzare

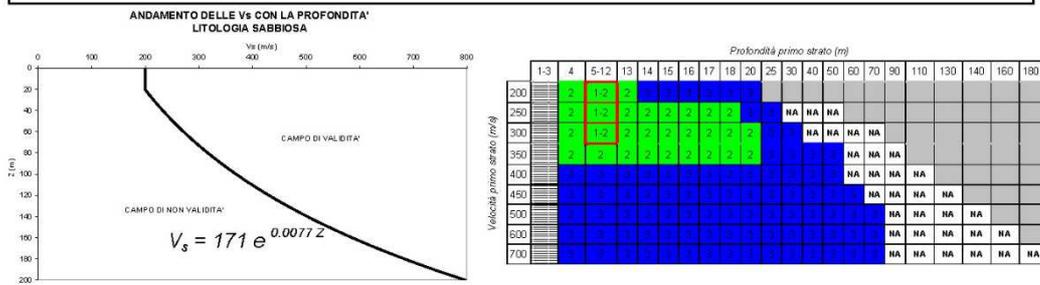
lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore. In questo caso, andrà pertanto considerato, anziché lo spettro della categoria di suolo B, quello della categoria di suolo C.

EFFETTI LITOLGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

**PARAMETRI INDICATIVI**

**GRANULOMETRIA:**  
Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

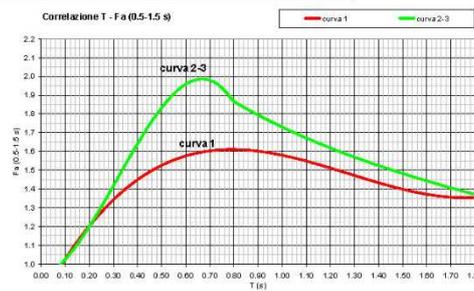
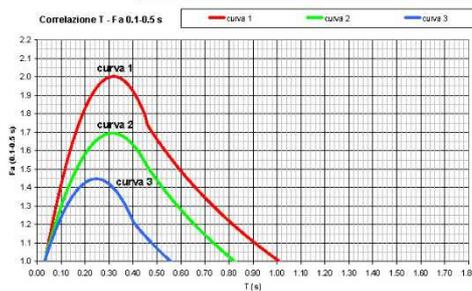
**NOTE:**  
Comportamento granulare  
Struttura granulo-sostenuta  
Clasti con  $D_{max} > 20$  cm inferiori al 15%  
Frazione ghiaiosa inferiore al 25%  
Frazione limosa fino ad un massimo del 70%



ove la sigla NA indica  $F_a = 1$

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1

**CONDIZIONE:** strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media  $V_s$  minore o uguale a 300 m/s poggiate su strato con velocità maggiore di 500 m/s



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $F_{a_{0.1-0.5}} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $F_{a_{0.1-0.5}} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $F_{a_{0.1-0.5}} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $F_{a_{0.1-0.5}} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $F_{a_{0.1-0.5}} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$T > 0.80$ $F_{a_{0.1-0.5}} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $F_{a_{0.1-0.5}} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $F_{a_{0.1-0.5}} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $F_{a_{0.1-0.5}} = 1.00$

Curva	
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $F_{a_{0.5-1.5}} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
2	$0.08 \leq T < 0.80$ $F_{a_{0.5-1.5}} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$
3	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $F_{a_{0.5-1.5}} = 1.73 - 0.81 \ln T$

Figura 17: Scheda litologica sabbiosa (Allegata alla DGR 28.05.08 n.8/7374 della Regione Lombardia).

Dopo aver definito la necessità in base alla normativa regionale di far riferimento ad una categoria di sottosuolo (C) inferiore a quella (B) determinata dalle prove in sito per tenere conto degli effetti di amplificazione lito-stratigrafica si possono determinare le azioni sismiche in base all'approccio previsto dalle NTC 08. Tali norme prevedono un approccio prestazionale nel calcolo delle strutture nei confronti dell'azione sismica, con lo scopo di garantire il controllo del livello di danneggiamento.

L'azione sismica per il calcolo delle strutture viene valutata a partire dalla cosiddetta "pericolosità sismica di base" riferita ad un sito con suolo rigido (categoria A) e superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale la pericolosità sismica di base sul territorio Italiano è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia. In Figura 18 viene riportata l'accelerazione massima orizzontale  $a_g$  di riferimento su suolo rigido con possibilità di superamento pari al 10 % in 50 anni, ottenuta dal citato database.

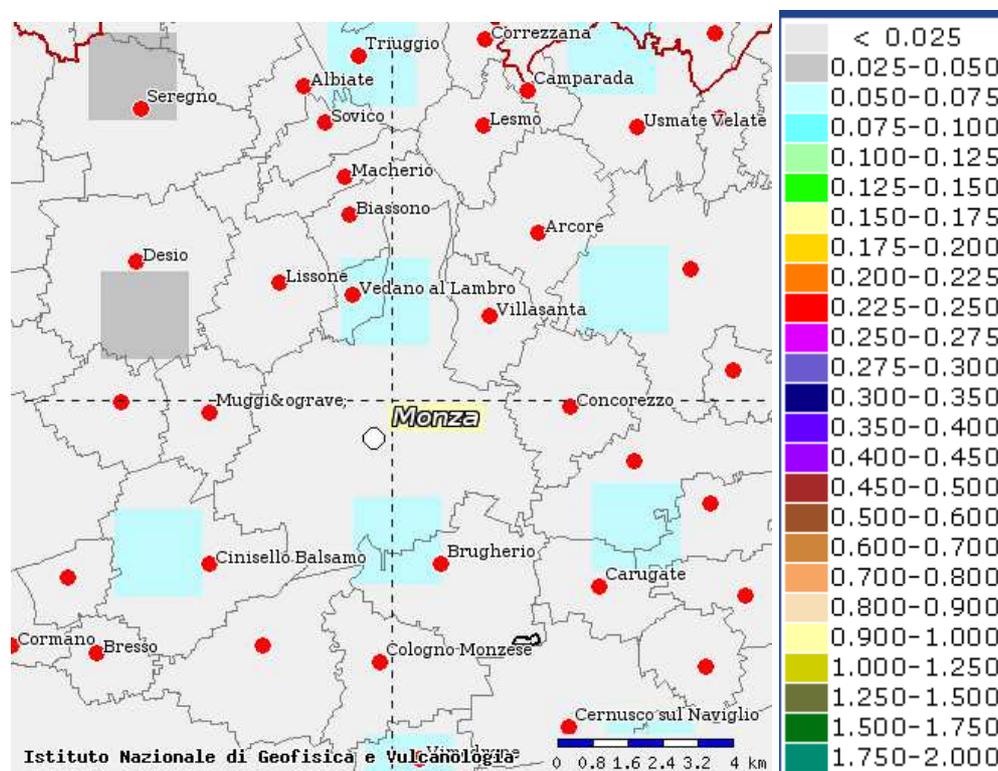


Figura 18. accelerazione massima orizzontale  $a_g$  di riferimento su suolo rigido con possibilità di superamento pari al 10 % in 50 anni, dal sito dell'istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia

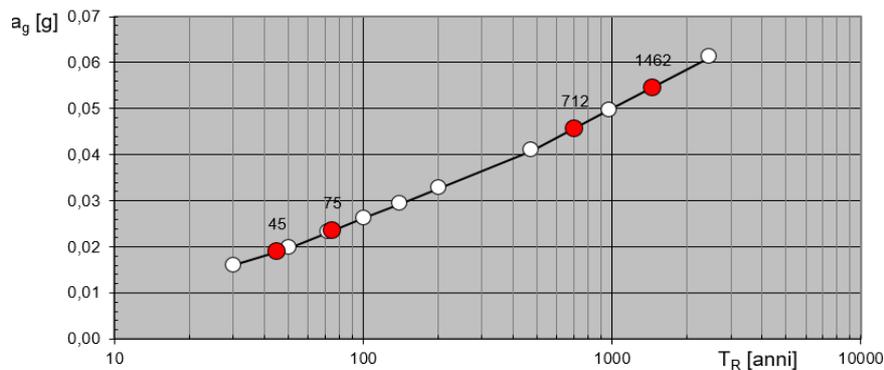
Le NTC 08 prevedono che l'azione sismica di base sia definita in funzione dello stato limite considerato sulla base della probabilità di superamento nel periodo di riferimento, come indicato nella seguente tabella 3.2.1:

Tabella 3.2.1 – Probabilità di superamento  $P_{Vs}$  al variare dello stato limite considerato

Stati Limite	$P_{Vs}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

La vita di riferimento dell'opera  $V_r$  viene determinata dal prodotto  $V_n$  (vita nominale) x  $cu$  (coefficiente d'uso).

Nel caso in esame considerando una vita nominale dell'opera di 50 anni e una classe d'uso III, costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi (coefficiente  $c_u = 1.5$  e  $V_r = 75$  anni), la pericolosità sismica di base è espressa in termini di massima accelerazione orizzontale  $a_g$ , in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  in Figura 19.



SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	45	0,019	2,573	0,163
SLD	75	0,024	2,557	0,192
SLV	712	0,046	2,664	0,292
SLC	1462	0,054	2,728	0,311

Figura 19

L'accelerazione di riferimento  $a_g$  così ottenuta deve essere variata per tener conto sia delle modifiche prodotte dalle condizioni stratigrafiche locali che della morfologia del sito; l'accelerazione massima orizzontale di riferimento si ottiene con la seguente espressione:

$$a_{\max} = a_g \times S_s \times S_t$$

dove  $S_s$  è un coefficiente di amplificazione stratigrafica e  $S_t$  di amplificazione topografica.

Nel caso in esame per la definizione dell'azione sismica, in relazione alla normativa regionale, si deve far riferimento alla **Categoria C**.

Per quanto riguarda la categoria topografica il sito ricade in T1 (superfici pianeggianti, pendii o rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ ).

Nel caso in esame i coefficienti amplificativi  $S_s$  e  $S_t$  risultano rispettivamente pari a 1.5 e 1.

<sup>1</sup> dove  $T_r = -V_r / (\ln(1 - P_{V_r}))$

## 7 OPERE DI SOSTEGNO DEI FRONTI DI SCAVO

Vengono di seguito dimensionate le opere di sostegno provvisionali dei fronti di scavo.

Il progetto è stato redatto con riferimento ai seguenti aspetti peculiari dell'intervento in oggetto:

- presenza lungo il confine sud e il confine ovest dell'area di scavo di edifici e di strutture interrato in prossimità dell'area di scavo. Come indicato negli elaborati grafici allegati alla presente è stato eseguito dal committente un rilievo sommario della posizione di tali strutture, prima dell'inizio dei lavori tali rilievi dovranno essere verificati ed eventuali difformità dovranno essere comunicate al progettista prima dell'esecuzione delle opere provvisionali;
- presenza lungo il confine nord e est della viabilità locale soggetta al traffico veicolare;
- potenziale suscettibilità dell'area in oggetto al fenomeno degli "occhi pollini", per cui le paratie di sostegno sono state previste con micropali la cui resistenza strutturale è garantita della sola armatura tubolare.

Sono state individuate n.4 sezioni tipologiche con riferimento alle condizioni alle differenti condizioni al contorno rappresentate dalla presenza o meno di strutture in prossimità dell'area di scavo e dalla posizione del confine di proprietà rispetto all'area di scavo. La quota di massimo scavo è stata assunta a 9 m dalla quota dell'attuale piano campagna. Nelle seguenti figure si riporta la planimetria con la pianta dell'area di scavo e le 4 sezioni tipologiche.

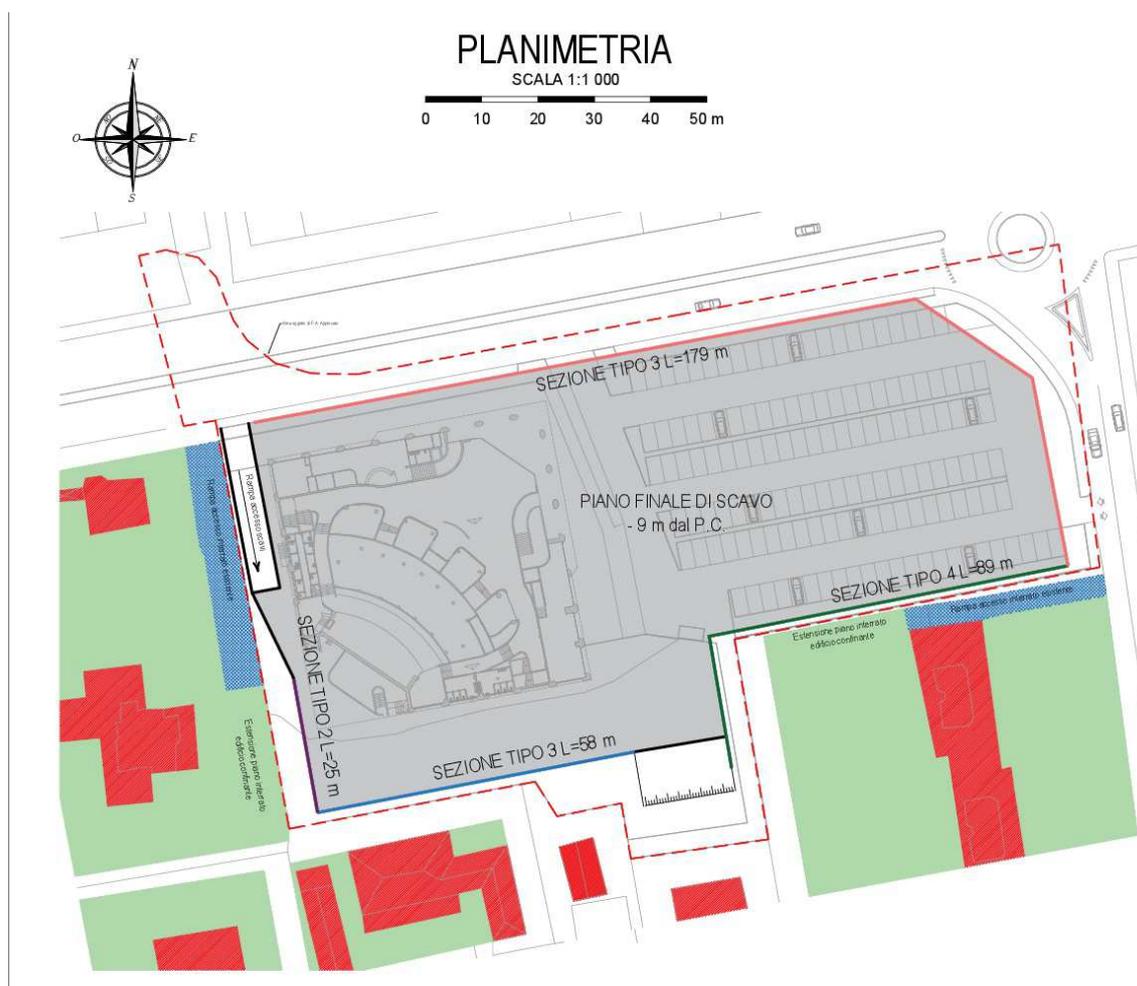


Figura 20: Planimetria delle opere provvisorie di sostegno dei fronti di scavo con ubicazione delle sezioni tipo.

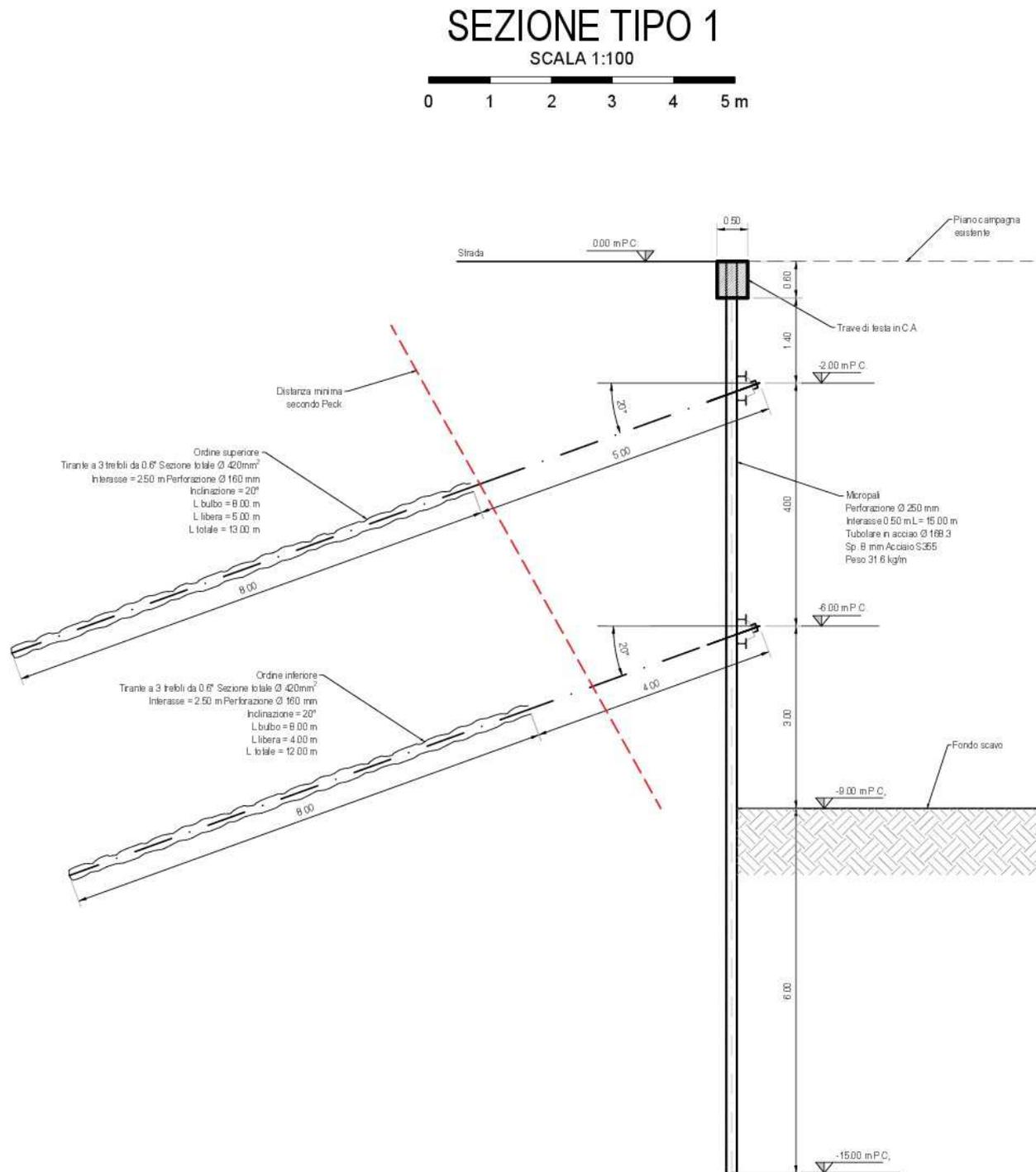


Figura 21: sezione tipo 1

## SEZIONE TIPO 2

SCALA 1:100

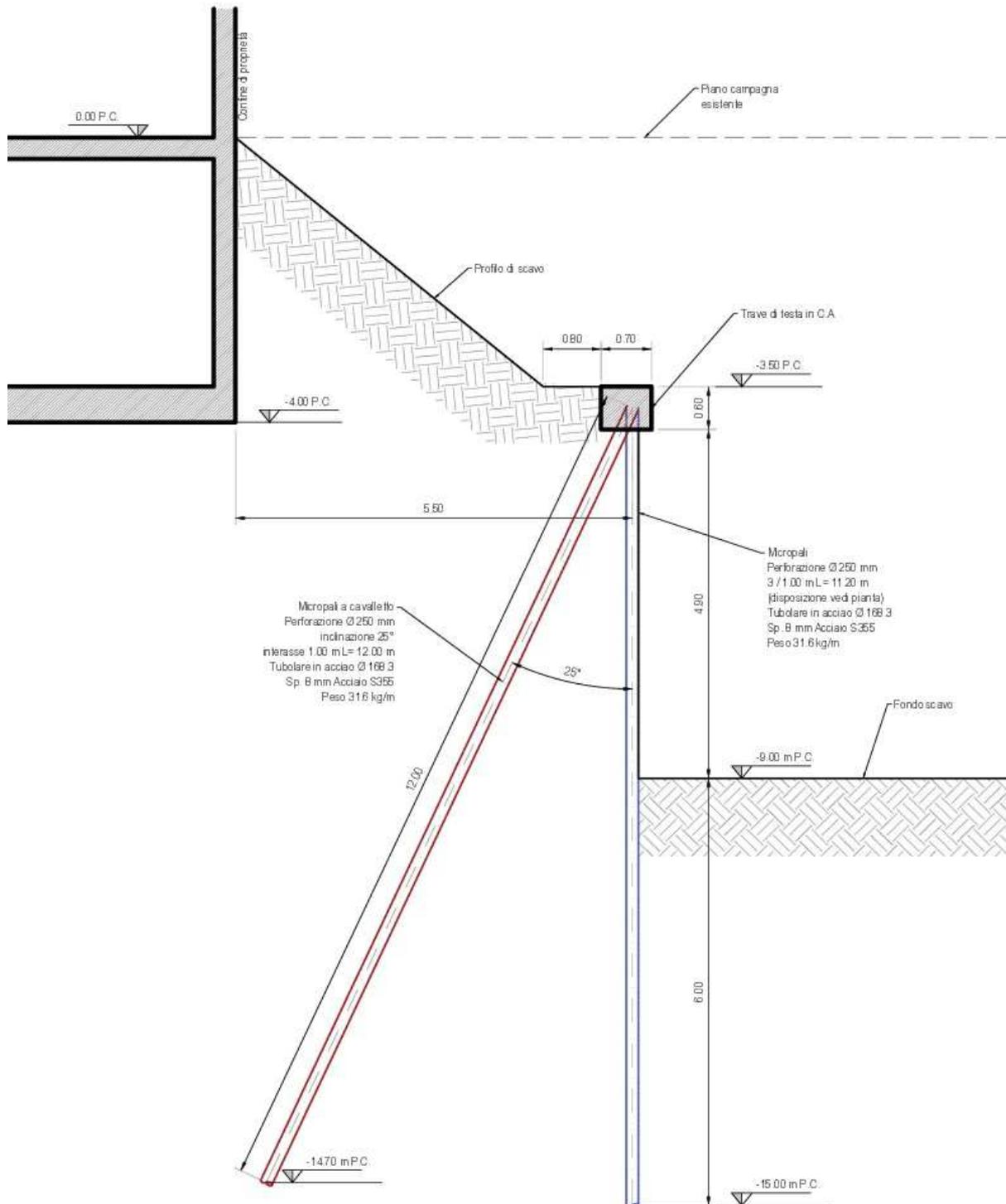


Figura 22: sezione tipo 2

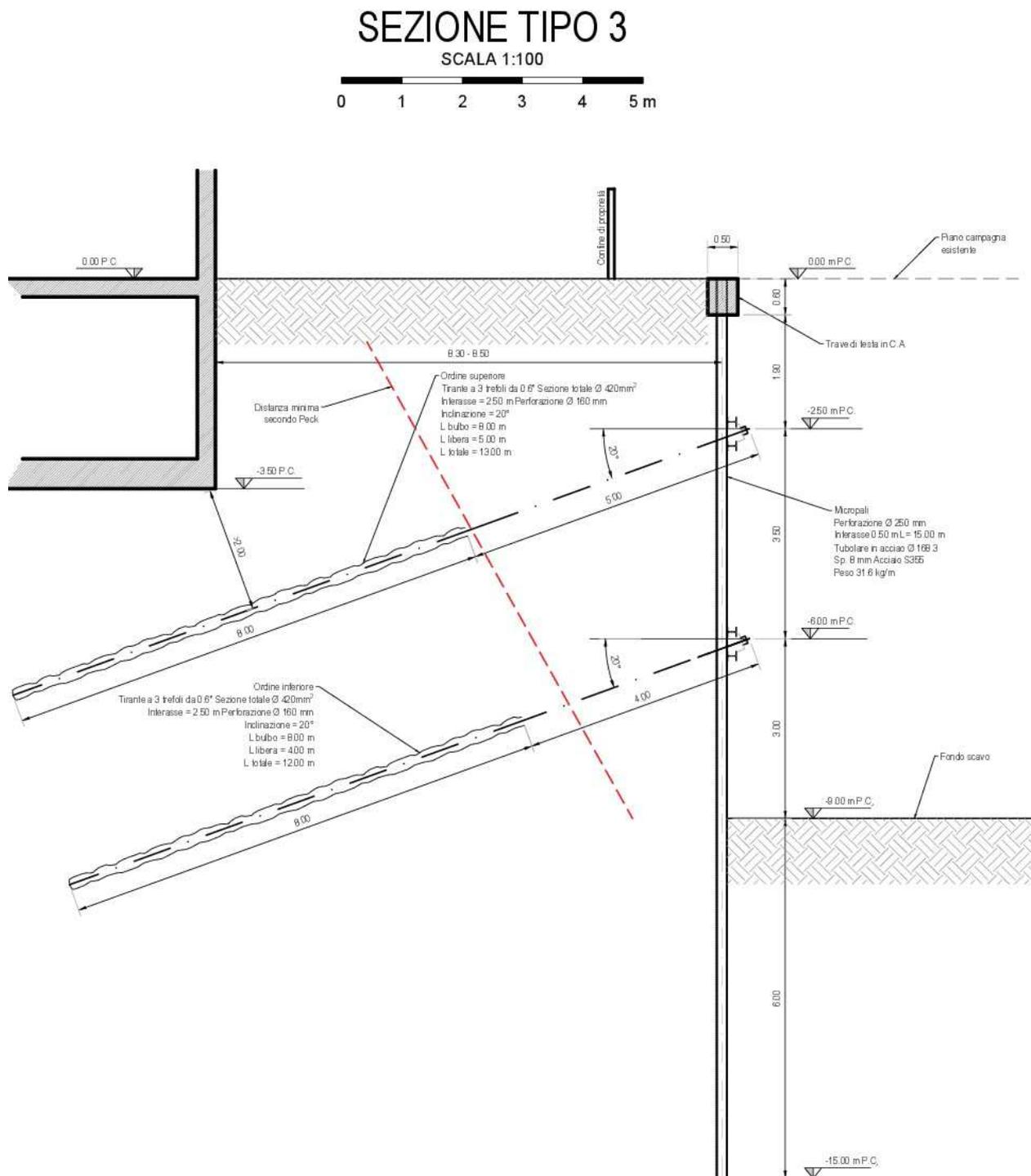


Figura 23: sezione tipo 3

## SEZIONE TIPO 4

SCALA 1:100

0 1 2 3 4 5 m

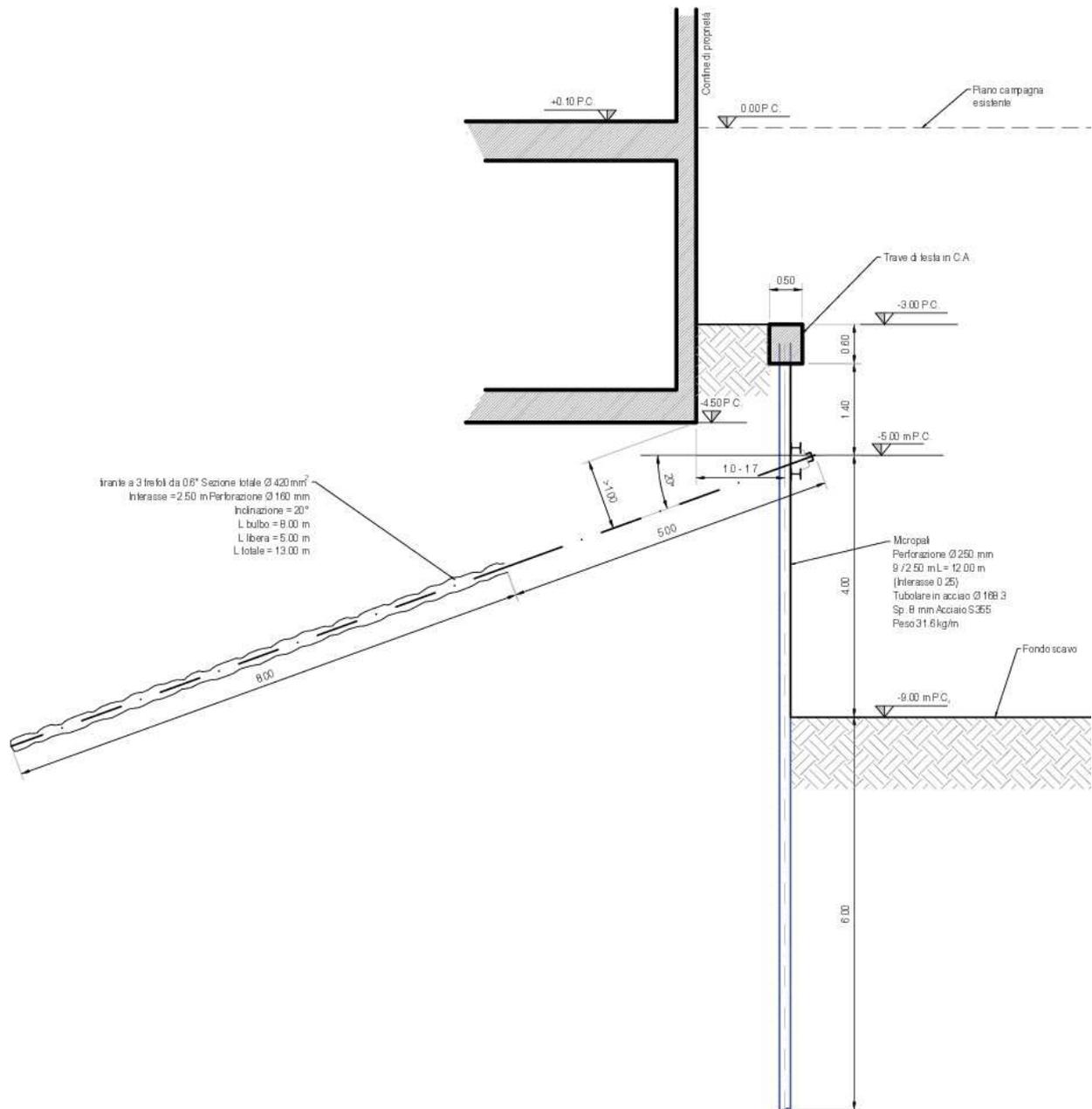


Figura 24: sezione tipo 4

## 7.1 MATERIALI

Acciaio per armatura tubolare micropali e per travi di ripartizione: S355

- resistenza caratteristica a snervamento ( $f_{yk}$ ):  $\geq 355$  MPa
- T resistenza caratteristica a rottura ( $f_{tk}$ ):  $\geq 510$  MPa
- In conformità alla norma UNI EN 100025, UNI EN 10210 o UNI EN 10219

Acciaio per trefoli tiranti: 1670-1860

- resistenza caratteristica a 1% di def. Tot ( $f_{p(1)k}$ ):  $\geq 1670$  MPa
- resistenza caratteristica a rottura: ( $f_{ptk}$ ):  $\geq 1860$  MPa
- In conformità alle NTC 08 DM 14-1-08

Acciaio per armatura opere in c.a. (travi di testa): B450C

- resistenza caratteristica a snervamento ( $f_{yk}$ ):  $\geq 450$  MPa
- resistenza caratteristica a rottura ( $f_{tk}$ ):  $\geq 540$  MPa
- In conformità alle NTC 08 DM 14-1-08

Miscela cementizia per micropali

- Classe di resistenza C25/30 (resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}$  a 28 gg  $> 30$  MPa)
- Rapporto acqua-cemento  $< 0.55$
- In conformità a NTC 08 e EN 206

Miscela cementizia per iniezioni tiranti

- resistenza caratteristica cilindrica  $f_{ck}$  a 7 gg  $> 30$  MPa
- Viscosità Marsh compresa tra 10 e 30 s
- Decantazione inferiore a 2% dopo 2 ore
- In conformità a NTC 08 e raccomandazioni AGI-AICAP su ancoraggi nei terreni 2012

Calcestruzzo per travi di testa

- Classe di resistenza C25/30 (resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}$  a 28 gg  $> 30$  MPa)
- In conformità a NTC 08 e EN 206

## 7.2 VERIFICHE PARATIE

Le verifiche di stabilità della paratia di sostegno provvisoria agli Stati Limite Ultimi sono state svolte per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutandone le possibili combinazioni.

Secondo quanto riportato al *paragrafo 6.5.3.1.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni*, per le paratie si devono considerare i seguenti stati limite ultimi:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
- SLU di tipo strutturale (STR)

La verifica  $SLU_{(STR)}$  deve essere effettuata secondo l'Approccio1-Combinazione1: (A1+M1+R1 con  $R1=1.0$ ).

La verifica  $SLU_{(GEO)}$  deve essere effettuata secondo l'Approccio1-Combinazione2: (A2+M2+R1 con  $R1=1.0$ ).

Nella seguente si riportano i valori dei coefficienti parziali "A" sulle azioni ed "M" sui materiali.

**Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

CARICHI	EFFETTO	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_f$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Gi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_m$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan\phi'_k$	$\gamma_\phi$	1,00	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$Cu_k$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

Tabella 7

Le verifiche di sicurezza sono state svolte solo in condizioni statiche in quanto l'opera di sostegno in progetto è di tipo provvisoria.

La verifica agli Stati Limite di Esercizio (SLE) viene effettuata ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni ed impiegando i parametri geotecnici caratteristici.

Come già detto, le verifiche sono state condotte per n.4 sezioni ritenute rappresentative dell'intero sviluppo della paratia: Sezione1, Sezione2, Sezione3 e Sezione4 descritte nella seguente tabella.

Riassunto tipologie strutturali											
	Tipologia di opera di sostegno	Diametro micropali	Interasse micropali	Diametro armatura tubolare	Spessore armatura tubolare	Acciaio armatura tubolare	Quota testa micropali	Quota punta micropali	Tipologia di vincolo	n° trefoli/tirante	Pretensionamento tiranti [kN]
		[m]	[m]	[mm]	[mm]	[-]	[m]	[m]			
Sezione1	Berlinese di micropali	0.25	0.50	168	8	S355	0.0	-15.0	n°2 ordini di tiranti	3	360.0
Sezione2	Berlinese di micropali	0.25	0.33	168	8	S355	-3.5	-15.0	micropali disposti a cavalletto	-	
Sezione3	Berlinese di micropali	0.25	0.50	168	8	S355	0.0	-15.0	n°2 ordini di tiranti	3	360.0
Sezione4	Berlinese di micropali	0.25	0.25	168	8	S355	-4.5	-15.0	n°1 ordine di tiranti	3	360.0

**Tabella 8: tipologie strutturali per le sezioni**

Riassunto tipologie di vincolo									
Tipologia di ancoraggio	Quota di installazione	Inclinazione	Interasse	Lunghezza libera	Lunghezza bulbo	Diametro reso	n° trefoli	Pretensionamento	
	[m]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[kN]	
Sezione1	1° ordine di tiranti	-2.0	20	2.5	5.0	8.0	0.2	3	360.0
	2° ordine di tiranti	-6.0	20	2.5	4.0	8.0	0.2	3	360.0
Sezione2	<i>Micropali a cavalletto</i>	<i>Micropali con diametro reso 0.25m, armati con tubolare D=168.3mm spessore 8mm inclinati di 25° rispetto alla verticale, lunghi 12m, vincolati in testa alla berlinese</i>							
Sezione3	1° ordine di tiranti	-2.5	20	2.5	5.0	8.0	0.2	3	360.0
	2° ordine di tiranti	-6.0	20	2.5	4.0	8.0	0.2	3	360.0
Sezione4	1° ordine di tiranti	-5.0	20	2.5	5.0	7.0	0.2	3	360.0

**Tabella 9: tipologie di ancoraggio per ogni sezione strutturale**

Nelle figure seguenti si riportano le sezioni tipologiche di calcolo con la configurazione geometrica della paratia.

A monte della sezione 1 è stato considerato un sovraccarico variabile uniformemente distribuito di 10 kPa (traffico veicolare), mentre alla quota di imposta dei vani interrati (sezioni tipo 2, 3 e 4) è stato considerato un carico agente uniforme pari a 30 kPa.

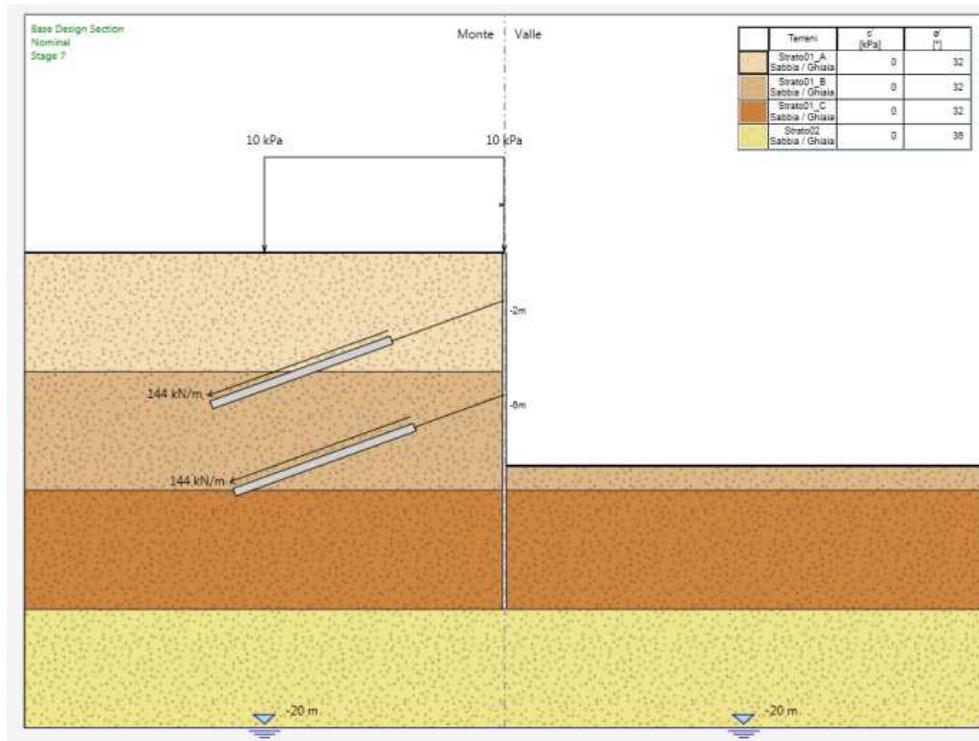


Figura 25 - Schema di calcolo sezione tipo 1

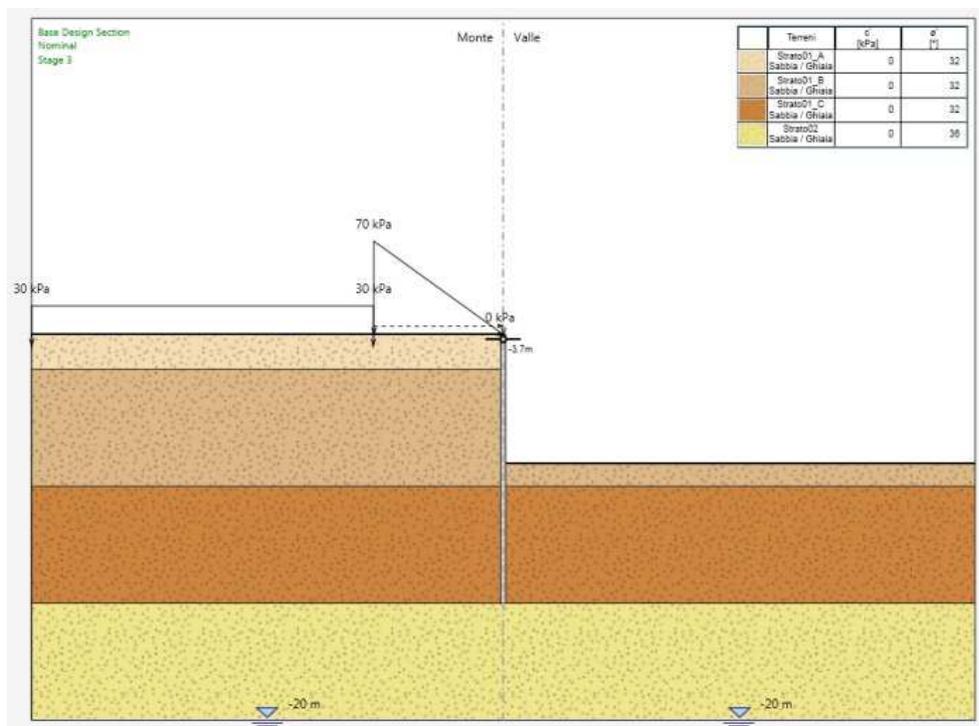


Figura 26 - Schema di calcolo sezione tipo 2

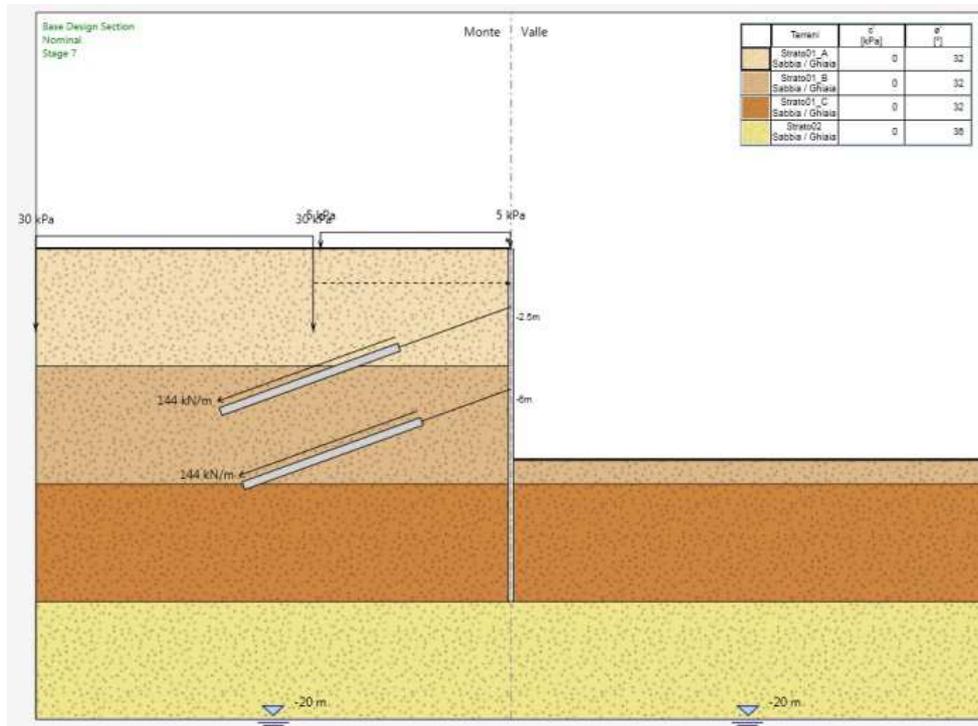


Figura 27 - Schema di calcolo sezione tipo 3

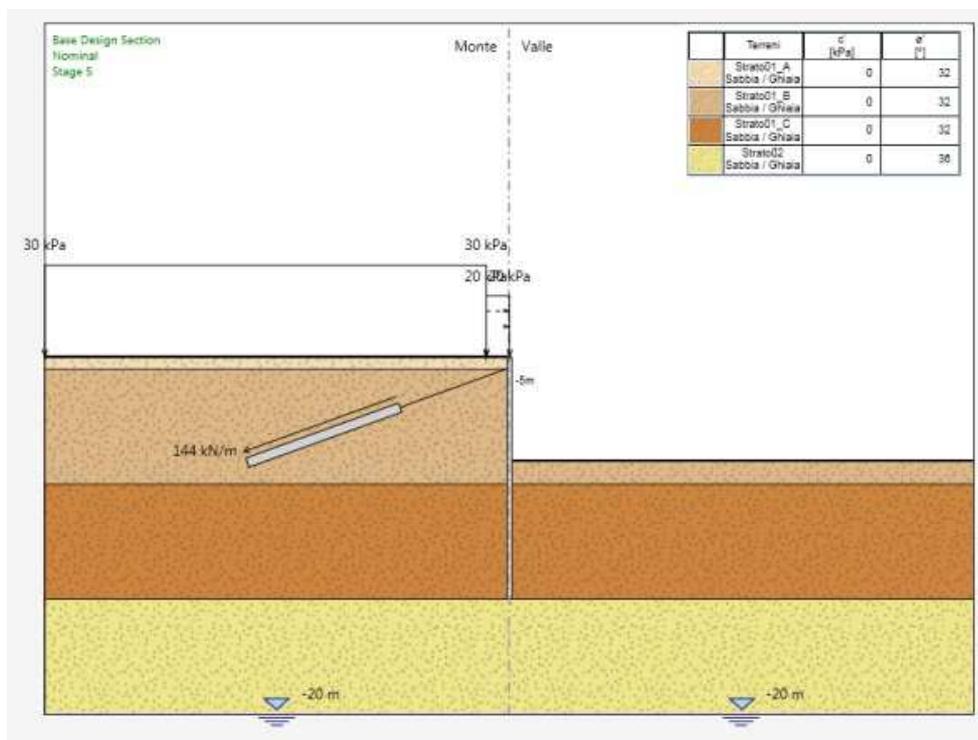


Figura 28 - Schema di calcolo sezione tipo 4

Le analisi sono state svolte utilizzando un modello F.E.M. (codice ParatiePlus18), in cui la paratia viene rappresentata con elementi tipo “beam” dotati di rigidezza flessionale EJ, con E modulo elastico e J momento d'inerzia; ai lati degli elementi sono considerate agenti delle molle di tipo elastoplastico (caratterizzate dal modulo elastico alla Winkler), che simulano il comportamento sforzi-deformazioni del terreno.

Nella modellazione dei terreni i coefficienti di spinta passiva  $k_p$  sono stati calcolati secondo la teoria di Lancellotta (2007) considerando un angolo di attrito  $\delta$  terreno-paratia pari a  $2/3\phi$  mentre i coefficienti di spinta attiva  $k_a$  sono stati calcolati con la teoria di Coulomb (sempre assumendo  $\delta=2/3\phi$ ).

Il codice di calcolo utilizzato consente di modellare anche i tiranti di ancoraggio con le loro caratteristiche di deformabilità (lunghezza del tratto libero, lunghezza del bulbo di ancoraggio) e tenendo conto del pretensionamento all'atto dell'installazione.

Il codice implementa in automatico le combinazioni di carico descritte in precedenza: i risultati dei calcoli svolti sono riassunti nella seguente Tabella 10; nella tabella e nelle figure seguenti vengono riassunti i risultati del calcolo ed illustrati i diagrammi di spostamento, momento flettente, taglio e carico agente sui vincoli.

Riassunto sollecitazioni							
Paratia					1° vincolo	2° vincolo	
$M_{Ed\_max\_A1M1}$ (statica) [kNm/m]	$M_{Ed\_max\_A2M2}$ (statica) [kNm/m]	$T_{Ed\_max\_A1M1}$ (statica) [kN/m]	$T_{Ed\_max\_A2M2}$ (statica) [kN/m]	Spost_ESERCIZIO [mm]	$R_{Ed\_max\_A1M1}$ (statica) [kN/m]	$R_{Ed\_max\_A1M1}$ (statica) [kN/m]	
<b>Sezione1</b>	<b>99.9</b>	<b>89.9</b>	<b>100.5</b>	<b>97.3</b>	<b>26</b>	<b>198.8</b>	<b>203.2</b>
<b>Sezione2</b>	<b>104.5</b>	<b>121.4</b>	<b>83.9</b>	<b>81.3</b>	<b>23</b>	<b>66.5</b>	-
<b>Sezione3</b>	<b>110.1</b>	<b>103.1</b>	<b>98.3</b>	<b>98.8</b>	<b>44</b>	<b>197.2</b>	<b>199.0</b>
<b>Sezione4</b>	<b>60.7</b>	<b>67.9</b>	<b>107.9</b>	<b>95.4</b>	<b>5</b>	<b>187.2</b>	-

Tabella 10: riassunto risultati dei calcoli

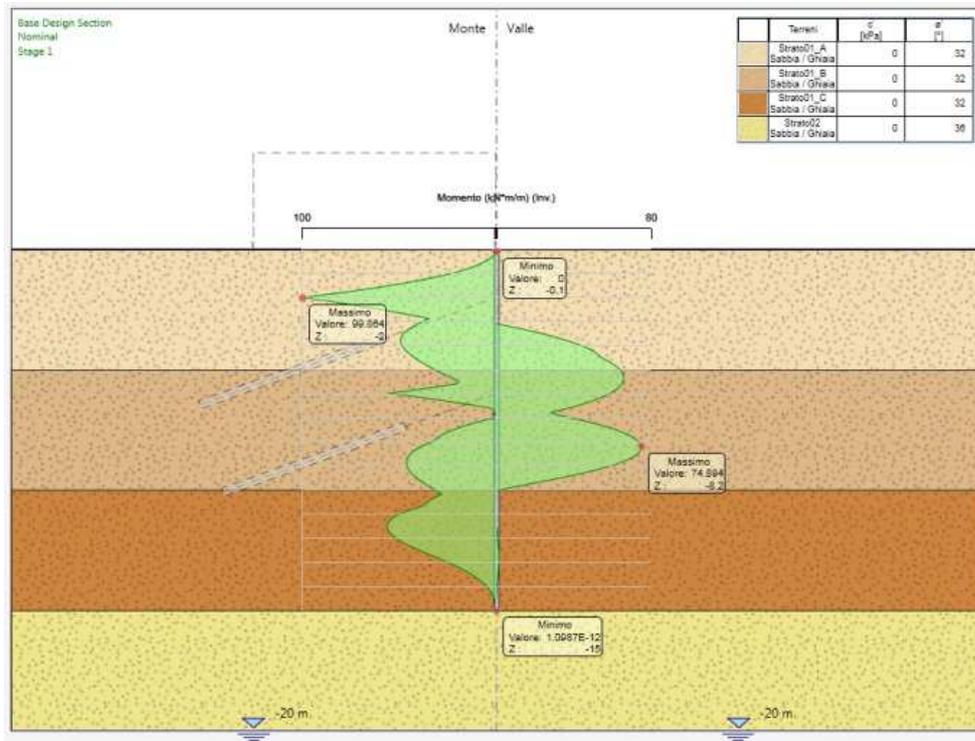


Figura 29 - Sezione tipo 1: involucro momento flettente SLU

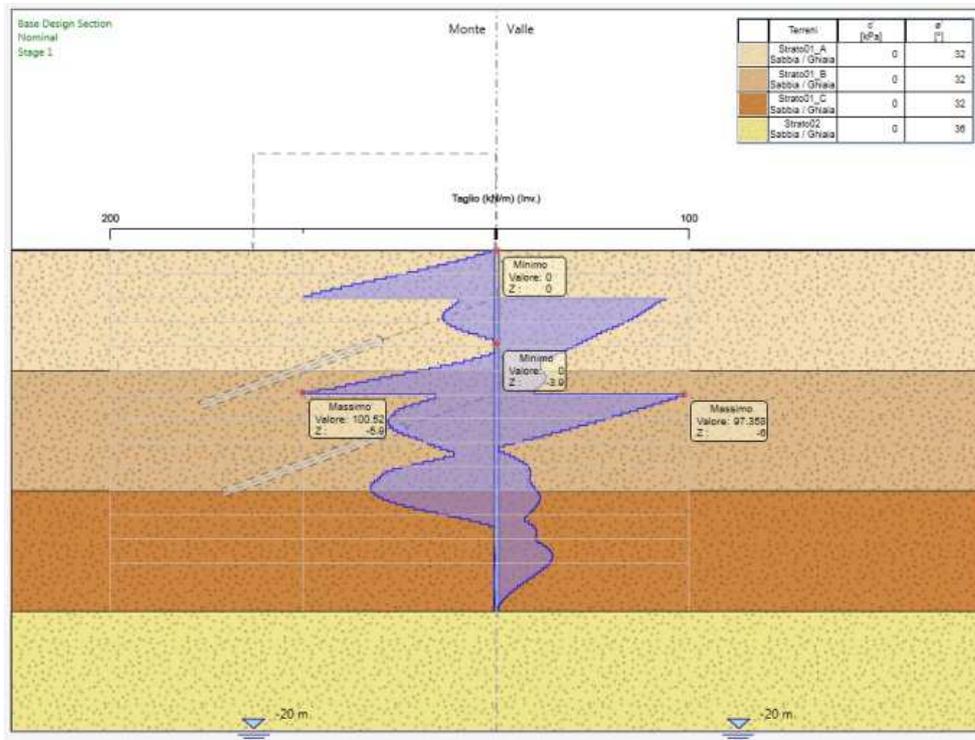


Figura 30 - Sezione tipo 1: involucro sforzo tagliante SLU

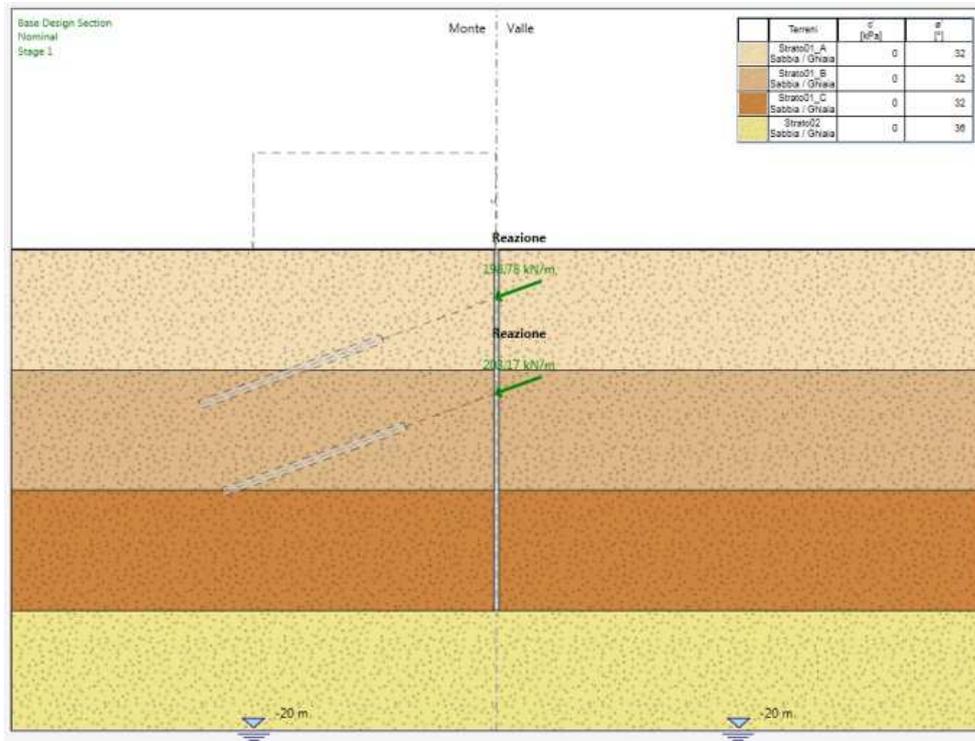


Figura 31 - Sezione tipo 1: involucro reazione vincoli SLU

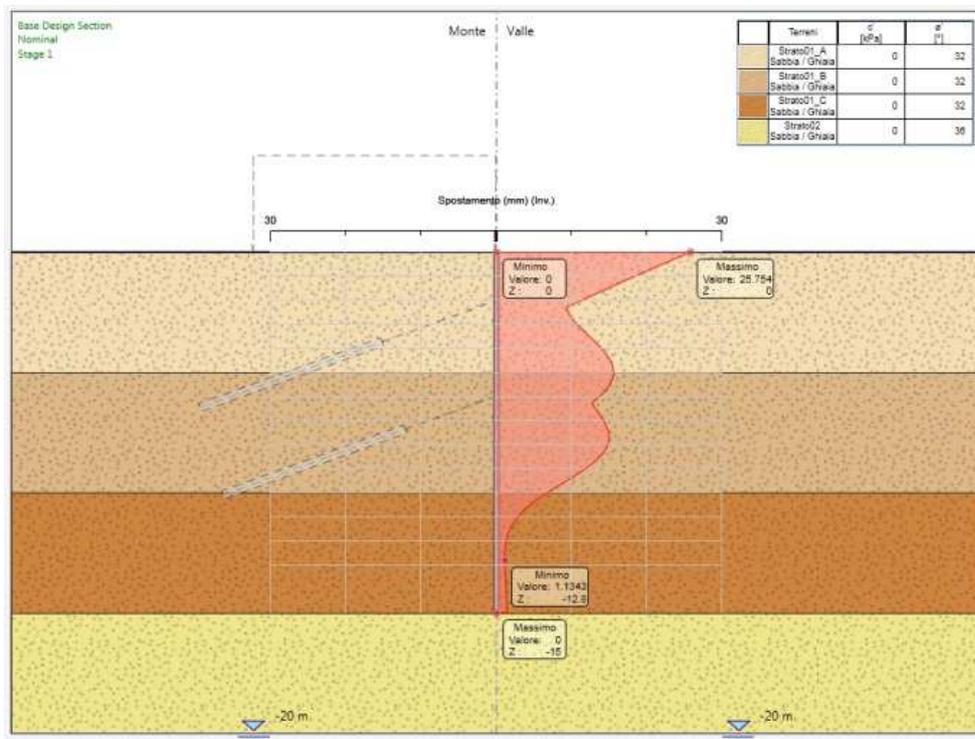


Figura 32 - Sezione tipo 1: involucro spostamenti SLE

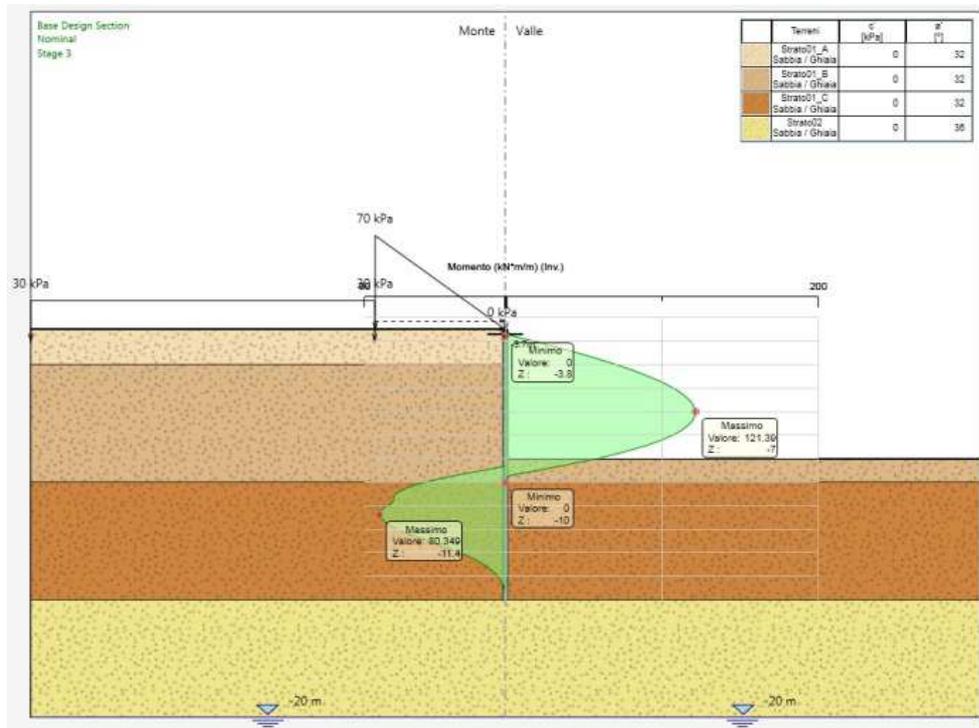


Figura 33 - Sezione tipo 2: involucro momento flettente SLU

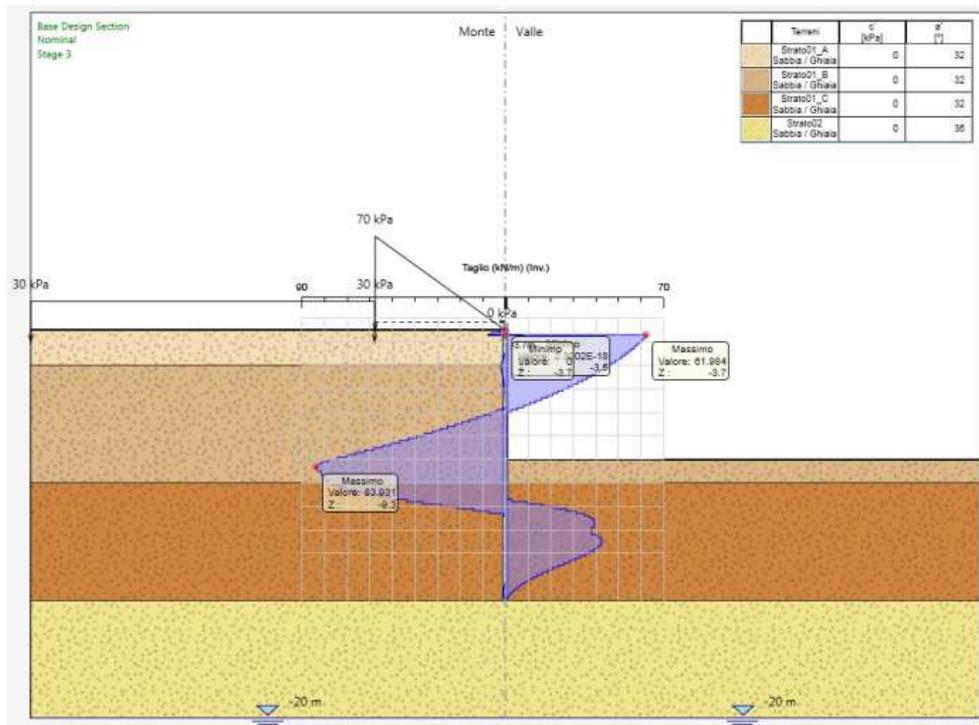


Figura 34 - Sezione tipo 2: involucro sforzo tagliante SLU

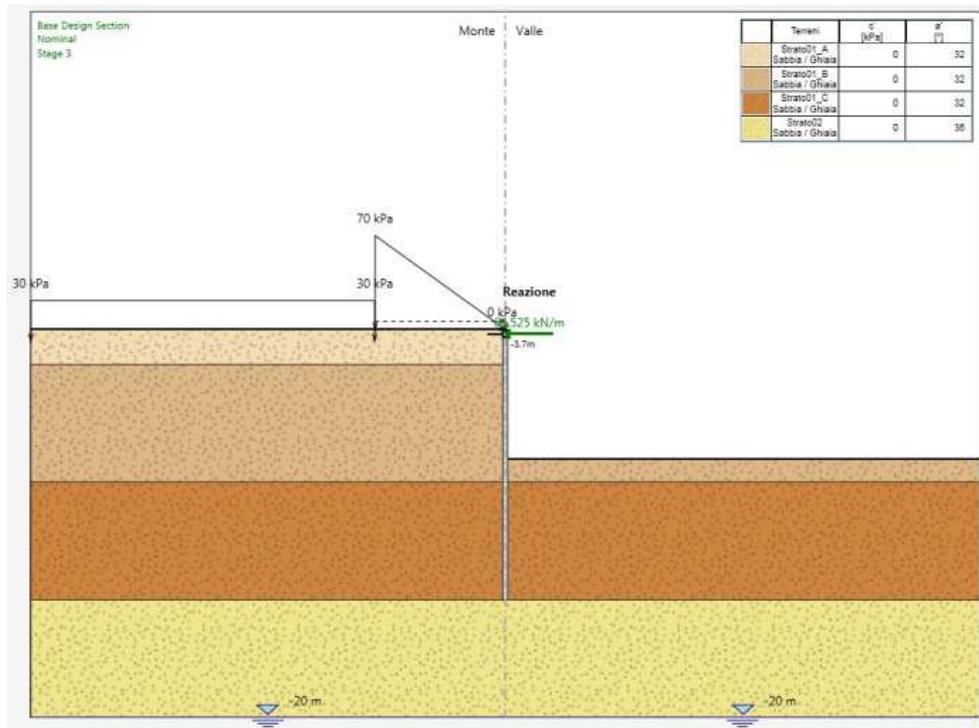


Figura 35 - Sezione tipo 2: involucro reazione vincoli SLU

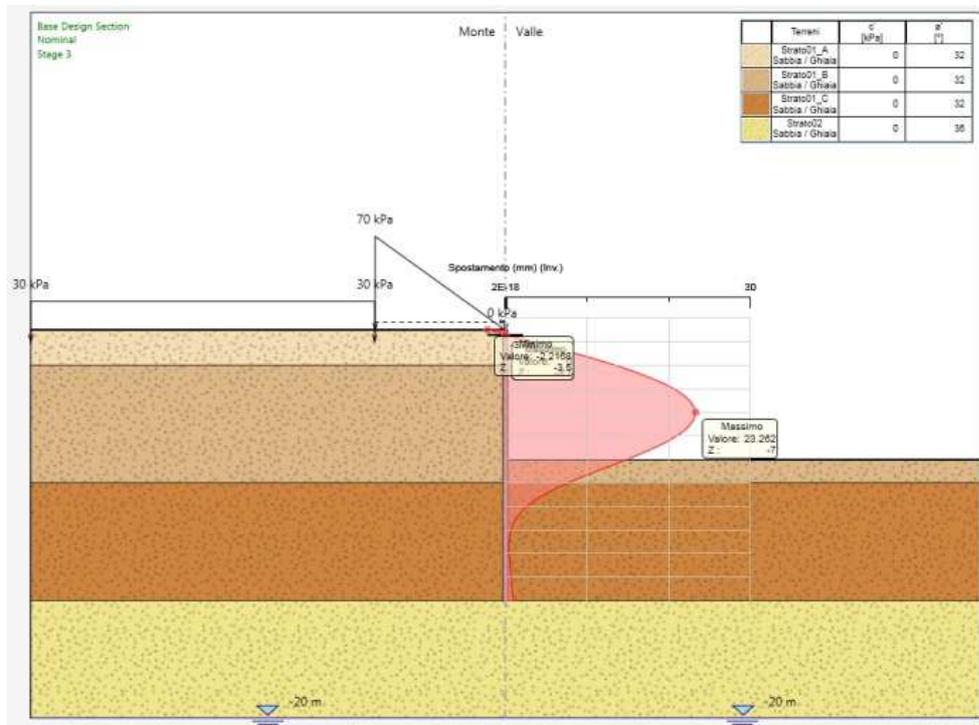


Figura 36 - Sezione tipo 2: involucro spostamenti SLE

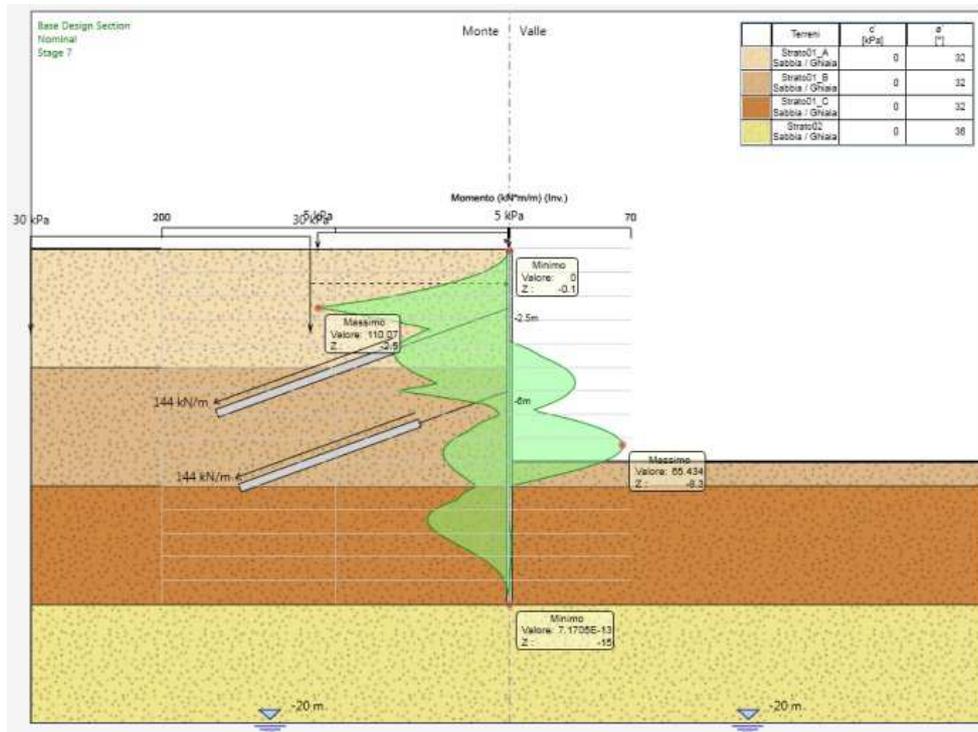


Figura 37 - Sezione tipo 3: involucro momento flettente SLU

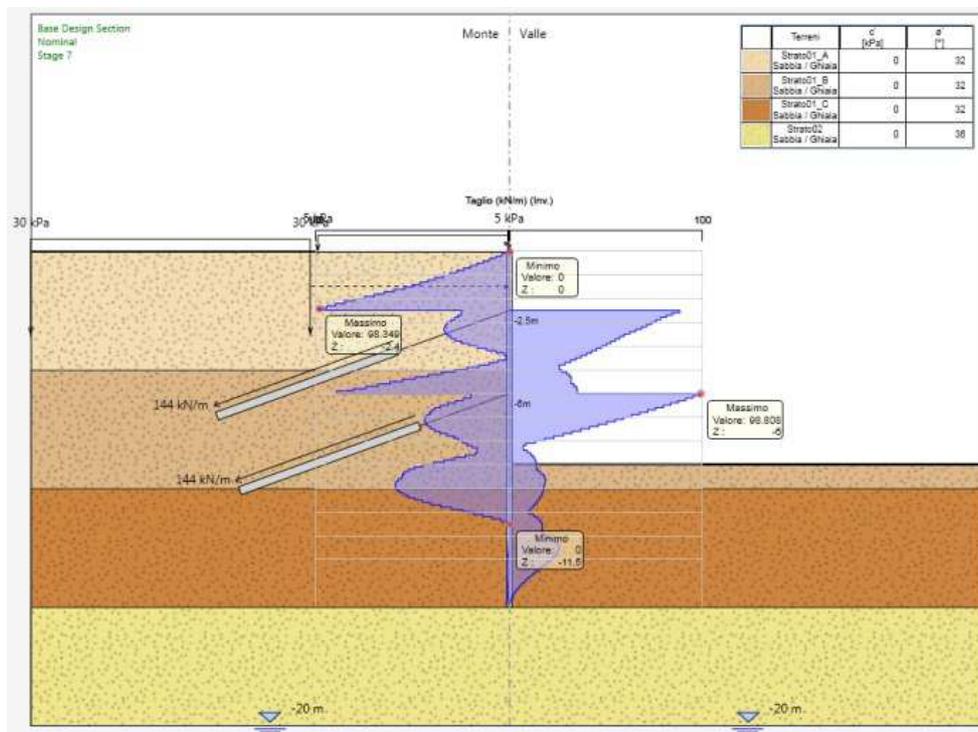


Figura 38 - Sezione tipo 3: involucro sforzo tagliante SLU

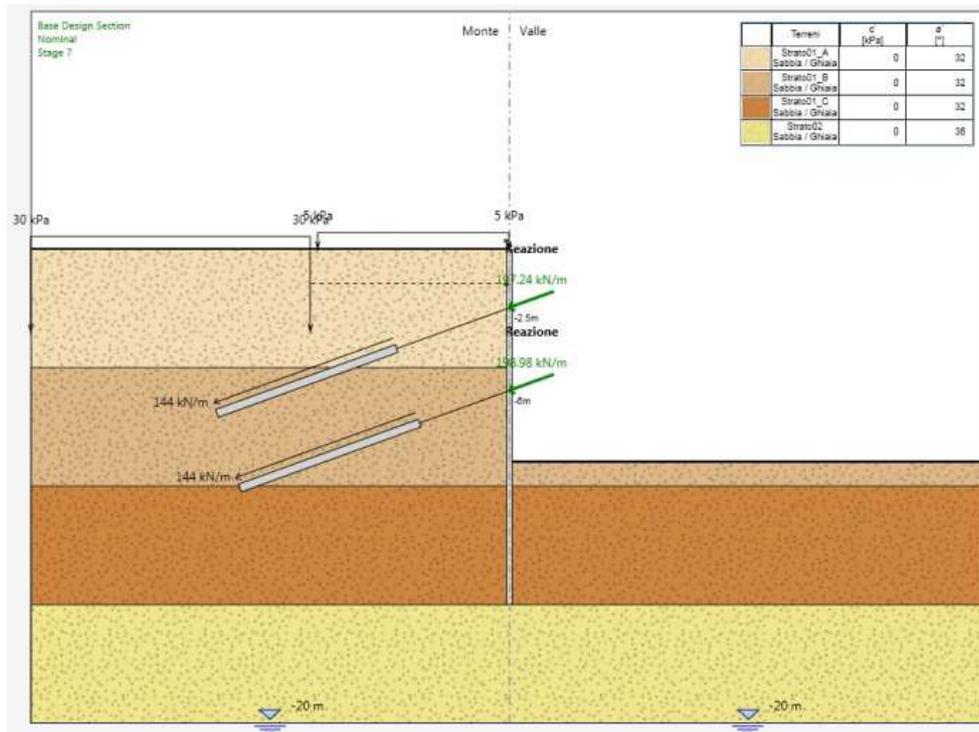


Figura 39 - Sezione tipo 3: involucro reazione vincoli SLU

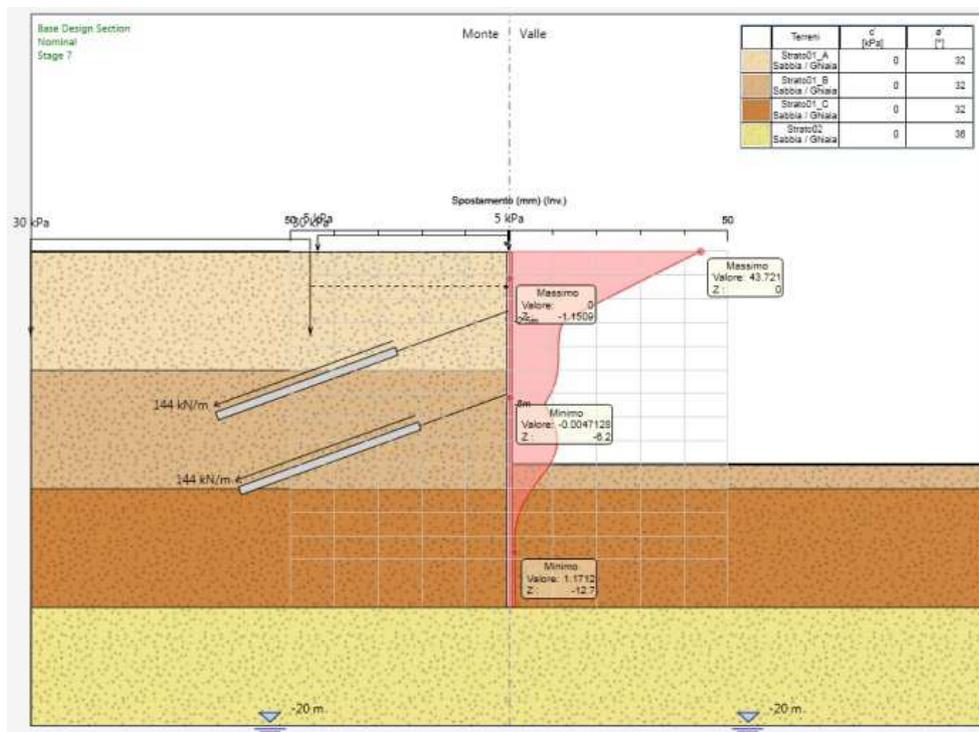


Figura 40 - Sezione tipo 3: involucro spostamenti SLE

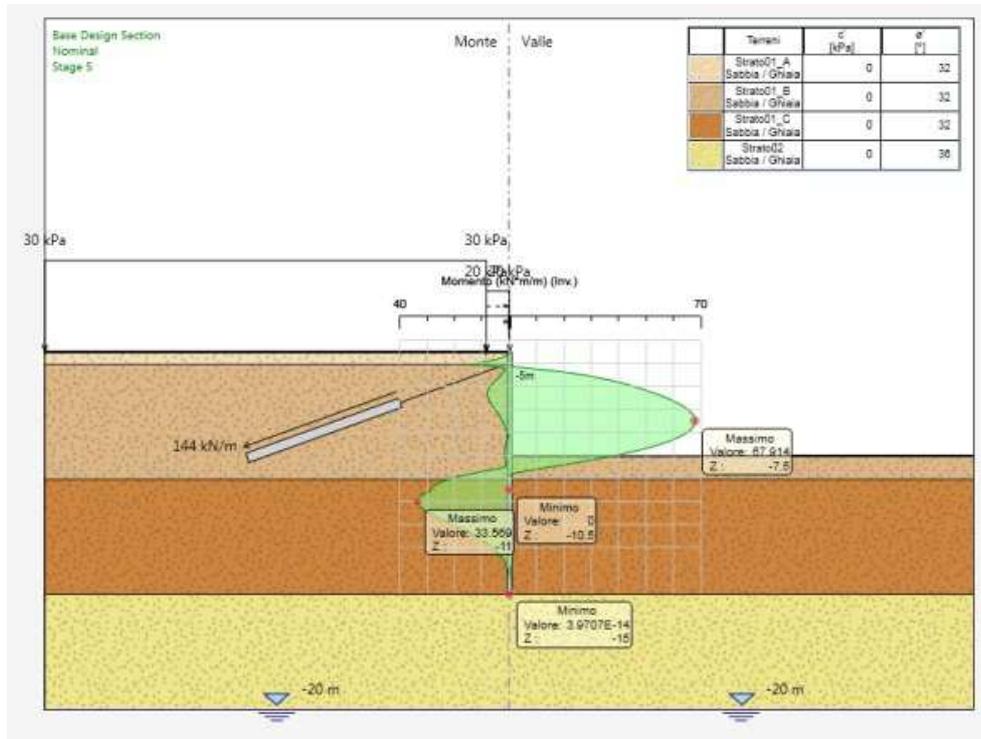


Figura 41 - Sezione tipo 4: involucro momento flettente SLU

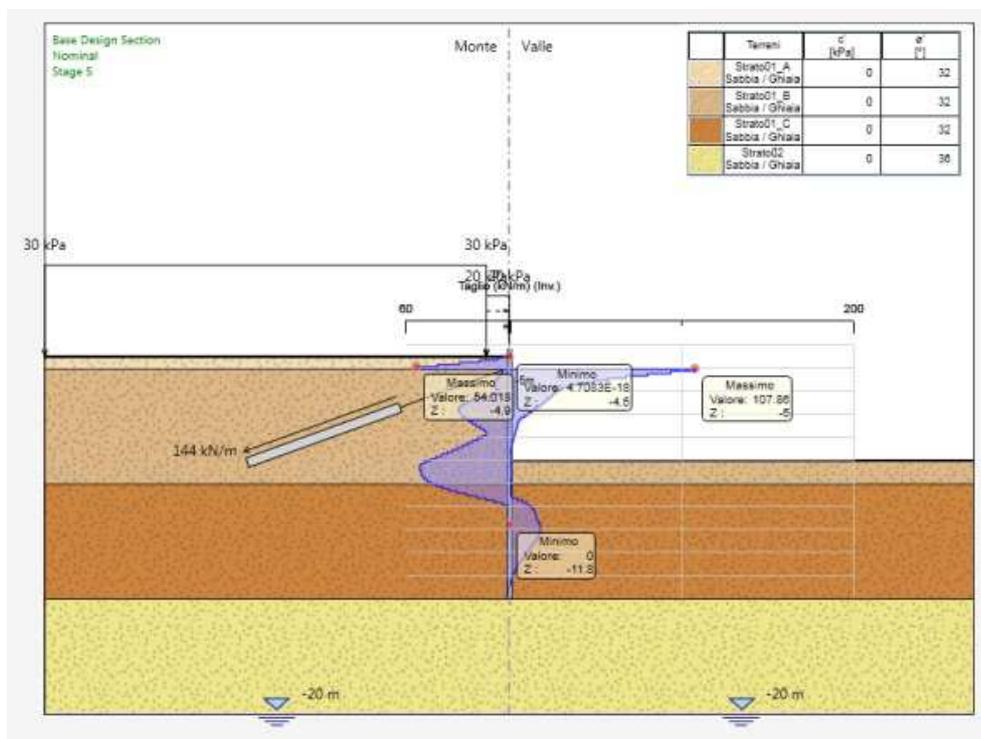


Figura 42 - Sezione tipo 4: involucro sforzo tagliante SLU

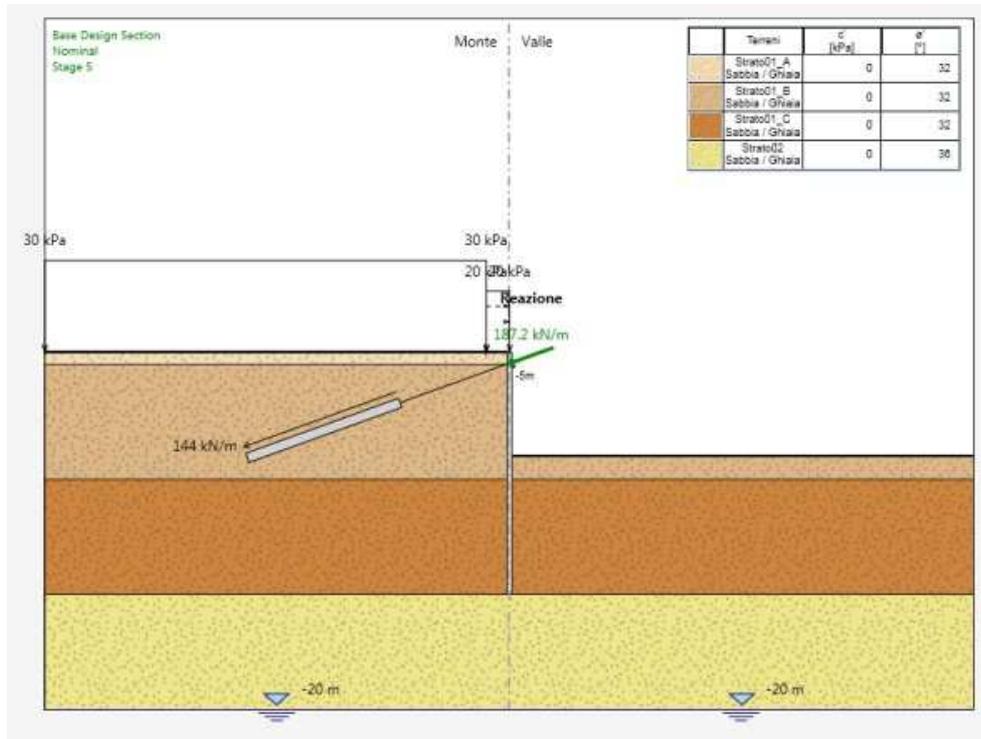


Figura 43 - Sezione tipo 4: involucro reazione vincoli SLU

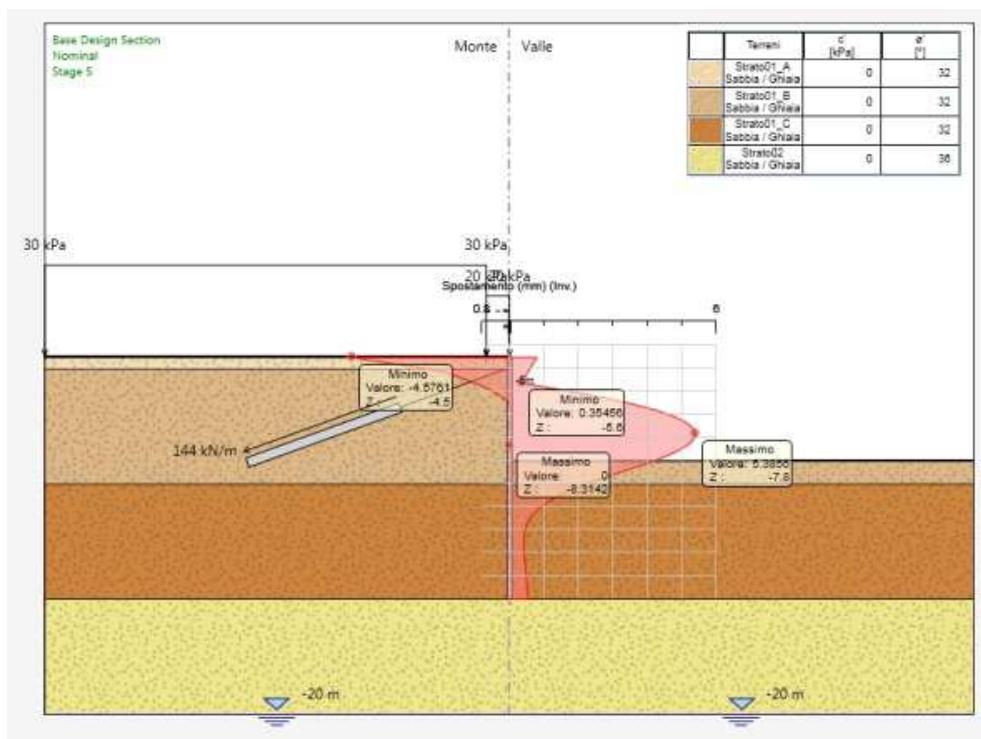


Figura 44 - Sezione tipo 4: involucro spostamenti SLE

Il momento flettente massimo agente sui tubolari di armatura dei micropali è  $M_{Ed} = 55$  kNm. I tubolari, con diametro esterno 168.3mm e spessore 8mm ( $W_{el} 205$  cm<sup>3</sup>) in acciaio S355, hanno un momento resistente  $M_{Rd} = 69$  kNm, maggiore di quello sollecitante.

Gli spostamenti dell'opera di sostegno stimati dai modelli di calcolo sono generalmente dell'ordine dei millimetri e quindi si ritengono ammissibili. Lo spostamento più rilevante (circa 4 cm) si ha in corrispondenza della testa della paratia di Sezione3: data la distanza della paratia stessa dagli edifici retrostanti e la distribuzione degli spostamenti (significativi solo in testa alla paratia dove lo scavo avviene a sbalzo per evitare interferenze dei tiranti con le strutture esistenti), si ritiene accettabile.

## 7.2 VERIFICHE TIRANTI DI ANCORAGGIO E MICROPALI A CAVALLETTO

Le verifiche di sicurezza nei confronti del carico limite dei tiranti sono state svolte in ottemperanza a quanto previsto dalla norma di riferimento.

Tutti i tiranti sono previsti a 3 trefoli con diametro reso del bulbo di ancoraggio  $\geq 0.2$ m. Il bulbo di ancoraggio dei tiranti. Come già detto, tutti i tiranti saranno pretensionati a 360kN.

Il dimensionamento geotecnico dei tiranti riguarda lo stato limite di sfilamento della loro fondazione (bulbo di ancoraggio) con riferimento, secondo quanto indicato dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni* del 2008, alla combinazione A1+M1+R3, tenendo conto dei coefficienti parziali indicati nella *tabella 6.1* delle norme stesse per quanto riguarda azioni e parametri del terreno e di un coefficiente parziale sulle resistenze  $\gamma_{Ra,t}$ , pari a 1.1 per tiranti provvisori come quelli in oggetto (*tabella 6.6.I* delle *Norme Tecniche*).

**Tabella 6.6.I** – Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
	$\gamma_R$	
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1,2

**Tabella 11**

Deve risultare  $R_{a,d} > E_d$ , con  $R_{a,d}$  = valore della resistenza di progetto allo sfilamento del bulbo di fondazione ed  $E_d$  = massima azione di progetto sul tirante in stato limite ultimo (combinazione A1+M1).

Il valore della resistenza caratteristica allo sfilamento  $R_{a,k}$  è stato determinato riducendo il valore della resistenza ottenuta dal calcolo analitico  $R_{a,c}$  (considerando il suo valor medio) attraverso il fattore di correlazione  $\xi_{a3}$  che tiene conto del numero di verticali di indagine ( $\xi_{a3}=1.6$  nel caso in esame avendo a disposizione più di 5 verticali di indagine).

**Tabella 6.6.III:** Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero n di profili di indagine.

numero di profili di indagine	1	2	3	4	$\geq 5$
$\xi_{a3}$	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
$\xi_{a4}$	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

Si ha dunque:

$$R_{a,k} = R_{a,c} / \xi_{a3}$$

Il valore della resistenza di calcolo  $R_{a,c}$  viene determinato come segue:

$$R_{a,c} = D_{reso} \cdot \pi \cdot L \cdot \tau_s$$

dove

- $D_{reso}$  = diametro reso del bulbo di ancoraggio (0.2m);
  - $L$  = lunghezza del bulbo di ancoraggio;
  - $\tau_s$  = tensione limite di aderenza fra bulbo e terreno assunta pari a 200kPa (valore con riferimento abachi di Bustamante per terreni incoerenti con  $N_{spt}$  compreso tra 20 e 40).

Il valore della resistenza di progetto allo sfilamento del bulbo  $R_{a,d}$  viene infine ottenuto applicando alla resistenza caratteristica  $R_{a,k}$  il coefficiente sulle resistenze  $\gamma_{Ra,t}$  precedentemente definito:

$$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_{Ra,t} = R_{a,c} / (\xi_a \times \gamma_{Ra,t})$$

Con bulbo di ancoraggio di lunghezza 8m, risulta  $R_{a,d} = 558\text{kN}$ , maggiore della azione di progetto  $E_d$  pari a 500 kN per singolo tirante.

Per quanto riguarda il dimensionamento strutturale del tirante l' *Eurocodice UNI EN 1997-1* prevede che il valore di progetto della resistenza a sfilamento del bulbo  $R_{a,d}$  deve essere minore del valore di progetto della resistenza strutturale dei trefoli a trazione  $R_{t,d}$ .

Il progetto strutturale dell'ancoraggio deve soddisfare la seguente disuguaglianza:

$$R_{t,d} \geq R_{a,d} \geq E_d$$

Nel caso in esame, per i tiranti a 3 trefoli di area  $A \approx 140\text{mm}^2$  ciascuno, in acciaio minimo tipo 1670/1860 caratterizzato da tensione caratteristica all'1% di deformazione totale  $f_{p(1)\%} > 1670\text{MPa}$ , risulta:

$$R_{t,d} = f_{p(1)\%} / \gamma_{M0} \cdot A_{acciaio} = 610\text{kN}$$

con coefficiente di sicurezza del materiale  $\gamma_{M0}=1.15$ . E' quindi soddisfatta la verifica strutturale essendo sempre  $R_{t,d} \geq R_{a,d}$ .

I tiranti dovranno essere verificati in ogni caso sulla base dei risultati di prove preliminari da eseguire in sito (secondo quanto previsto dalle NTC 08, *Raccomandazioni AICAP sui tiranti di ancoraggio 2012* e dalla norma *UNI EN 1537*). Tutti i tiranti dovranno essere comunque collaudati sino ad un carico pari a 1.2 quello di esercizio pari a 375 kN, ovvero un carico di prova di 450 kN.

Le verifiche di sicurezza allo sfilamento dei micropali della Sezione3 disposti a cavalletto, sono state svolte secondo la procedura già seguita per i bulbi di ancoraggio dei tiranti.

$$R_{a,k} = R_{a,c} / \xi_{a3}$$

Il valore della resistenza di calcolo  $R_{a,c}$  viene determinato come segue:

$$R_{a,c} = D \cdot \pi \cdot L \cdot \tau_s$$

dove

- $D$  = diametro dei micropali di ancoraggio (0.25m);
  - $L$  = lunghezza dei micropali (12m);
  - $\tau_s$  = tensione limite di aderenza micropali e terreno assunta sempre pari a 200kPa.

$$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_{Ra,t} = R_{a,c} / (\xi_a \times \gamma_{Ra,t})$$

Risulta  $R_{a,d} \approx 1000 \text{ kN} > E_d = 66.5 \text{ kN/m} \cdot 1.0 \text{ m} / \sin(25^\circ) = 157 \text{ kN} / \text{micropalo}$ .

La resistenza strutturale dovuta all'armatura è pari a

$$R_{t,d} = f_{yk} / \gamma_{M0} \cdot A_{acciaio} = 355 \text{ N/mm}^2 / 1.15 \times 40.2 \text{ cm}^2 = 1240 \text{ kN} > R_{a,d}$$

#### 7.4 TRAVI DI RIPARTIZIONE

Sono previste travi di ripartizione dei tiranti in acciaio formate dei due travi tipo HEB 160 in acciaio S355.

Il massimo momento agente considerando l'interasse dei tiranti di 2.5 m ed un carico distribuito di 200 kN/m risulta pari a 156 kNm pari a  $M_{ED}$  78 kNm per singola trave.

Il momento resistente risulta pari a

$$M_{Rd} = \frac{w_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 105kNm$$

dove

- $w_{el,min}$  è il momento statico della sezione pari a 311 cm<sup>3</sup>/m;
- $f_{yk}$  la tensione caratteristica di snervamento pari a 355MPa;
- $\gamma_{M0}$  il coefficiente sul materiale che per l'acciaio vale 1.05.

#### 7.5 SOLUZIONE ALTERNATIVA PER LA SEZIONE 4

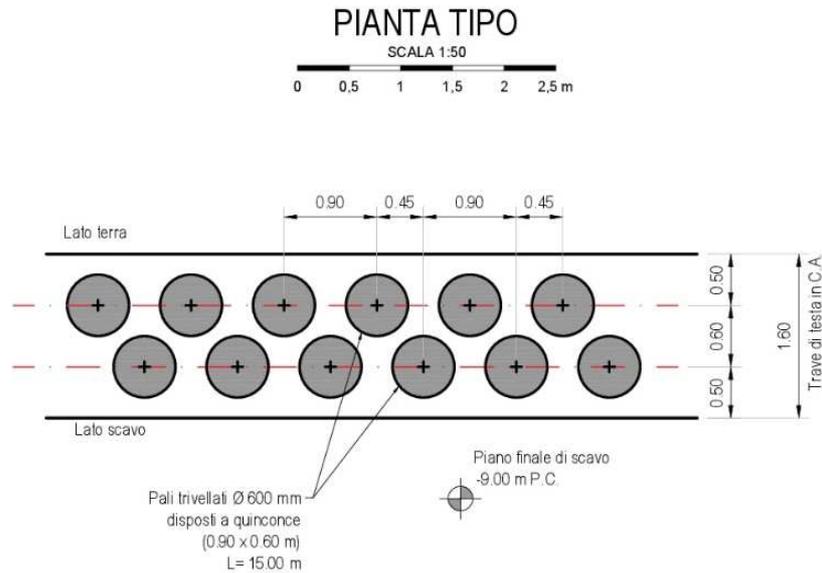
E' stata valutata anche una soluzione alternativa per la sezione tipo 4 da adottarsi qualora non sia possibile realizzare i tiranti di ancoraggio.

Tale soluzione prevedere di realizzare una paratia con pali di grande diametro disposti su maglia a quinconce e collegati da una trave di testa. Al fine di limitare gli spostamenti della paratia con riferimento all'interferenza con le strutture esistenti sono stati previsti pali di diametro 800 mm.

La suscettibilità dell'area al fenomeno degli "occhi pollini" pone un dubbio sulla garanzia della perfetta esecuzione dei pali. Non è possibile escludere a priori che qualcuno dei pali non sia correttamente completati a causa della presenza di cavità.

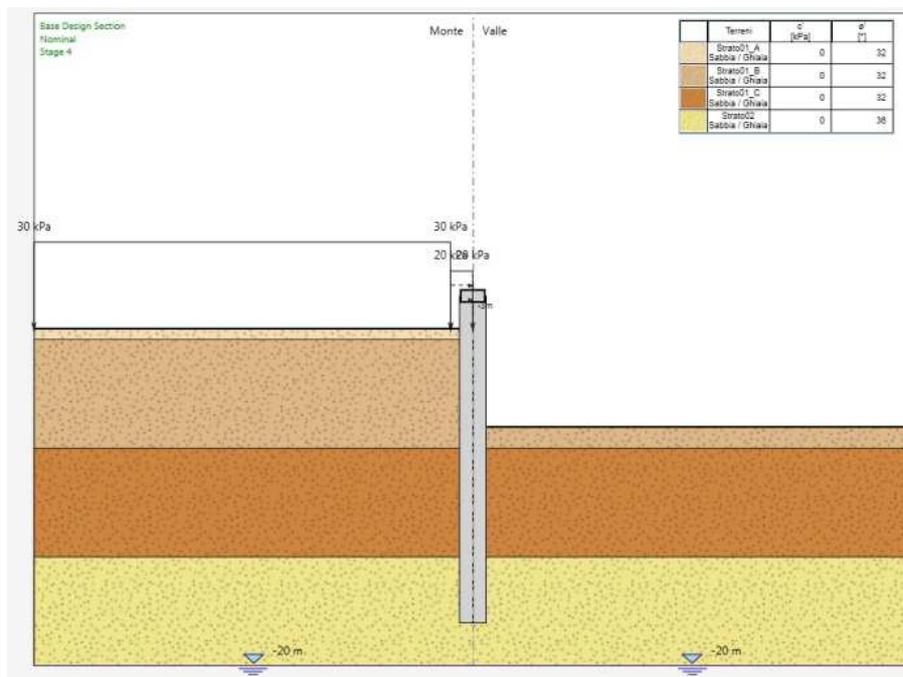
Per tale ragione dovranno essere previste prove di integrità su tutti i pali realizzati.

La soluzione alternativa prevede l'installazione, al posto della berlinese di micropali, di una paratia a sbalzo di pali trivellati D600 con punta a -18 m dal p.c. di lunghezza pari a 15 m e immersione minimo di 9 m rispetto alla quota di fondo scavo, disposti a quinconce e collegati in testa da una trave in c.a. (Figura 46).



**Figura 45 – Sezione tipo 4bis: pali trivellati disposti a quinconce**

Le verifiche condotte sono di seguito riportate.



**Figura 46 – Sezione tipo 4bis: modello fem**

I diagrammi di momento flettente, taglio e spostamento sono presentati nelle seguenti figure.

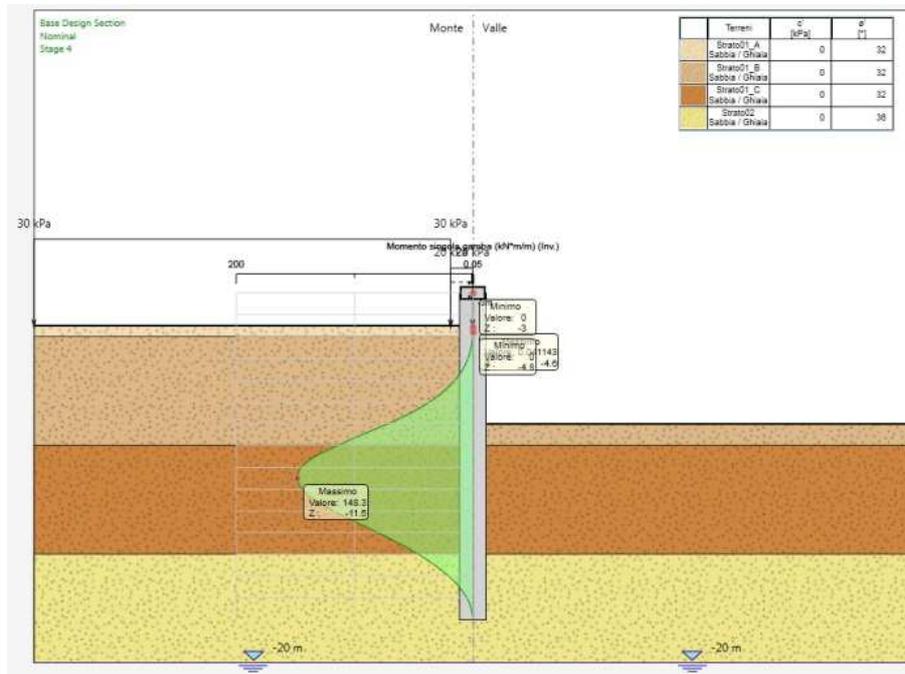


Figura 47 - Sezione tipo 4 bis: involucro momento flettente SLU su ciascun allineamento di pali (monte o valle)

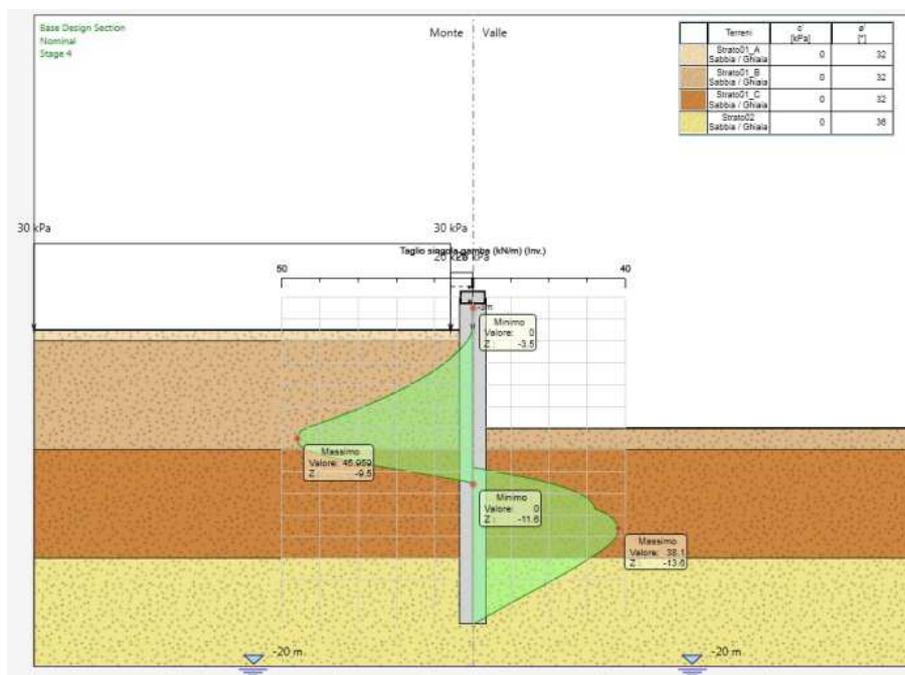


Figura 48 - Sezione tipo 4 bis: involucro sforzo tagliante SLU su ciascun allineamento di pali (monte o valle)

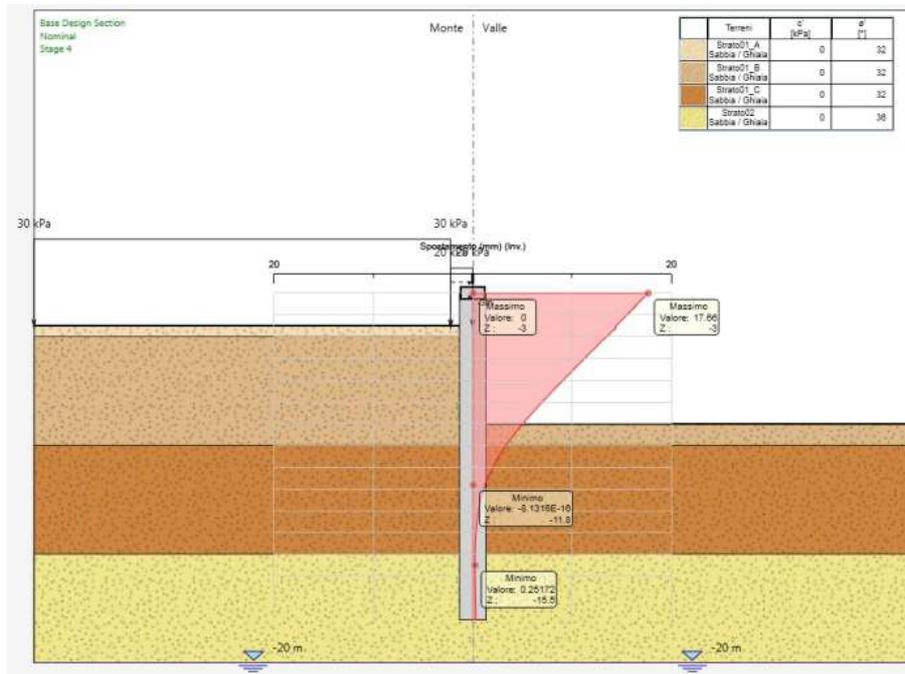


Figura 49 - Sezione tipo 4bis: involucro spostamenti SLE

Il momento massimo agente sul singolo palo in condizioni SLU è  $M_{Ed} = 148 \text{ kNm}$ : per il palo trivellato si prevede calcestruzzo di classe C25/30 con armatura longitudinale costituita da n°15 barre  $\phi 14$  (copriferrò 5 cm) in acciaio B450C ( $M_{Rd} = 204 \text{ kNm}$ ) ed armatura a taglio costituita da barre di acciaio  $\phi 10$  poste a spirale con passo 200mm.

**Titolo:** [ ]

**Sezione circolare cava**

- Raggio esterno: 30 [cm]
- Raggio interno: 0 [cm]
- N° barre uguali: 15
- Diametro barre: 1.4 [cm]
- Copriferrò (baric.): 5.5 [cm]

**N° barre:** 0 Zoom

**Tipo Sezione:** Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

**Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n

**P.to applicazione N:** Centro, Baricentro cls, Coord. [cm]

**Materiali:** B450C, C25/30

**M<sub>Rd</sub>:** 204 kNm

**Metodo di calcolo:** S.L.U., Metodo n

**Tipo Bessone:** Retta, Deviata

**Vertici:** 52 **N° rett.:** 100

**Calcola MRd** **Dominio M-N**

**L<sub>0</sub>:** 0 cm **Col. modello**

**Precompresso**

Figura 50 – Armatura longitudinale pali trivellati Sezione 4bis

Gli spostamenti orizzontali della paratia sono dell'ordine massimo di 17 mm.

## 8 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

Le indagini condotte hanno confermato la suscettibilità del sito al fenomeno degli "occhi pollini", in fase esecutiva si dovrà verificare la presenza di eventuali cavità e se di entità significativa si dovrà provvedere al riempimento delle stesse con tecniche e metodologie idonee.

Per le fondazioni si raccomanda una fondazione di tipo diretto su un'unica platea in grado di distribuire in modo più uniforme le pressioni trasmesse dalle strutture al terreno di fondazione e di limitare eventuali cedimenti differenziali. Si tratta di una fondazione di tipo compensato con cedimenti totali e differenziali di entità limitata che potranno essere valutati una volta definiti i carichi trasmessi dalle strutture.

Le indagini condotte individuano la potenziale presenza degli "occhi pollini" tra una profondità compresa tra 7 e 15 m circa dalla quota dell'attuale piano campagna. Si raccomanda una ulteriore campagna di indagine a partire dal fondo scavo per verificare la presenza di eventuali cavità: tale indagine potrà essere eseguita sia con trincee esplorative che con ulteriori indagini di tipo geofisico.

In relazione al citato fenomeno degli "occhi pollini" risulta fondamentale la gestione delle acque meteoriche e delle eventuali venute d'acqua e/o falde sospese che si dovessero incontrare in corso d'opera.

In particolare le stesse acque dovranno essere raccolte ed allontanate ad apposito scarico con tubazioni di adeguata pendenza, oppure convogliate ad un pozzetto con pompa autoadescente.

Per quanto riguarda le opere di sostegno provvisionali dei fronti di scavo si raccomanda la soluzione con paratie di micropali con tiranti di ancoraggio in grado, come già detto, di garantire la resistenza strutturale anche in presenza di "occhi pollini". Durante la realizzazione dei micropali si potrà verificare la presenza di eventuali cavità sia in fase di perforazione che monitorando i consumi di miscela cementizia. Come già detto nel caso si rilevi la presenza di cavità di dimensioni significative si dovrà provvedere al riempimento delle stesse con tecniche e metodologie idonee.

Prima dell'inizio lavori dovrà essere eseguito lo stato di consistenza delle strutture limitrofe per valutarne lo stato attuale ed inoltre confermare le caratteristiche e la posizione delle strutture adiacenti.

E' necessario mettere in opera un sistema di monitoraggio che come minimo dovrà prevedere:

- misure vibrazionali da eseguire durante l'esecuzione dei primi micropali per valutare l'interferenza con le strutture adiacenti (lo stesso vale nel caso sia necessario prevedere pali a grande diametro in corrispondenza della sezione 4);
- misure topografiche per valutare gli spostamenti delle opere provvisionali durante le fasi di scavo.

Dott. Geol. Tiziano Padovan



Prof. Ing. Francesco Colleselli



Ing. Giuseppe Colleselli



## **ALLEGATI**

**1) REPORT INDAGINI CONDOTTE PER ESECUTIVO. REDATTO DA S.IN.GE.A NEL DICEMBRE 2017**

**2) ELABORATI GRAFICI RELATIVI AL PROGETTO DELLE OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIALI DEI FRONTI DI SCAVO**

D1: Planimetria generale

D2: Sezione tipo 1

D3: Sezione tipo 2

D4: Sezione tipo 3

D5: Sezione tipo 4

D5b: Sezione tipo 4- alternativa

D6: Particolari costruttivi e tabella materiali

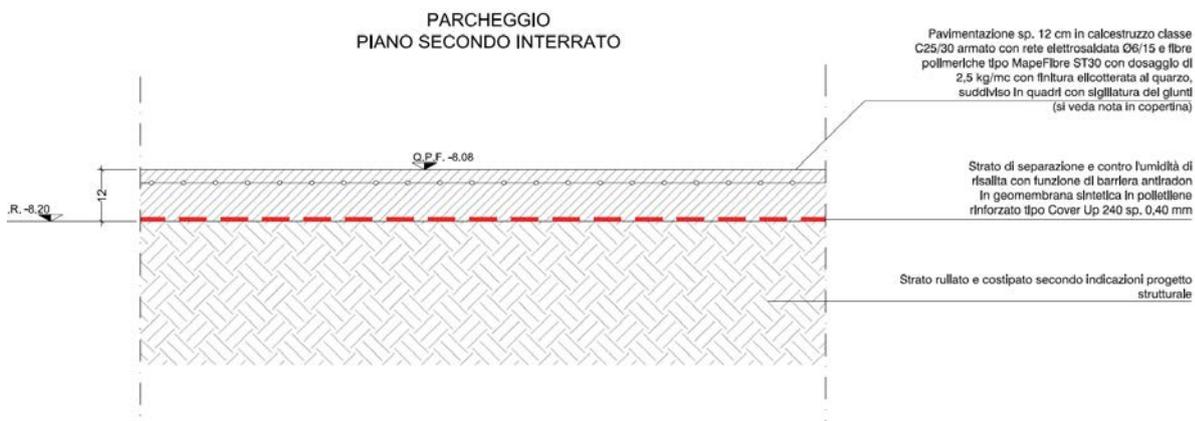
**3) TABULATI DI CALCOLO MODELLI OPERE PROVVISORIALI**

## 9 INTEGRAZIONI

**Accorgimenti tecnico-costruttivi al fine di escludere insorgere di fattori di rischio per la falda.**

I piani interrati del nuovo complesso, adibiti a parcheggio, sono dotati di un sistema di raccolta delle acque tale da intercettare qualsiasi liquido o sostanza che si venga a disperdere, anche accidentalmente all'interno dell'area parcheggio. In allegato si riporta lo schema con indicazione del sistema di raccolta delle acque. Le tubazioni saranno inoltre dotate di doppia camicia sino alla connessione con la fognatura pubblica.

Inoltre tutta l'area di scavo verrà impermeabilizzata con un telo in HDPE come da schema allegato. Tale telo, che nasce con funzione di barriera antiradon, di fatto renderà impermeabile tutto il fondo scavo impedendo anche eventuali limitate infiltrazioni attraverso le cavillature della pavimentazione in cls.



### **Ricostruzione dell'oscillazione della falda freatica.**

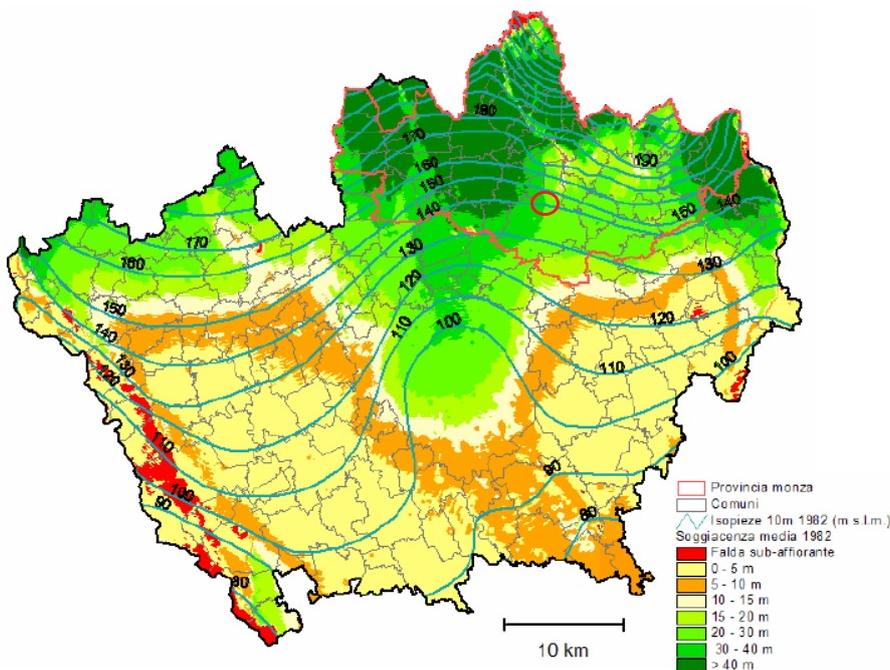
Innanzitutto è necessario osservare che nel corso delle indagini spinte sino a 35m di profondità dal piano campagna non è stata rilevata la presenza di falda. Questo in linea con le quote piezometriche riportate nel PGT riferite al marzo 2014 che indicano nell'area in oggetto una falda alla +149 m lm.m. circa, ovvero con soggiacenza di 30 m circa (quota p.c. + 179 circa).

Inoltre è disponibile il rilievo della quota di falda del maggio 2016 del pozzo n.151490037 di Via Donizetti (Sistema Informativo Falda (S.I.F.) del comune di Monza) corrispondente alla +142.5 con una soggiacenza di 34.5 m circa.

Per quanto riguarda le oscillazioni della falda si è fatto riferimento ai dati pubblicati nello studio "Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei in Provincia di Milano: Rapporto finale", Progetto Quafalda II – IRSA-CNR.

### Soggiacenza 1982

I dati piezometrici, o di soggiacenza, della falda per l'anno 1982, sono riportati nella figura seguente. Nell'area in oggetto si ha una soggiacenza dell'ordine di 30 m.



*Figura – Carta delle soggiacenze e delle piezometrie medie per l'anno 1982 per la provincia di Milano (Mangano et al., 1982, Rielaborata da IRSA-CNR)*

### Soggiacenza 2007

Nella seguente figura viene riportata la carta della soggiacenza media per l'anno 2007; nella zona d'interesse la soggiacenza è pressoché costante e dell'ordine di 30 m.

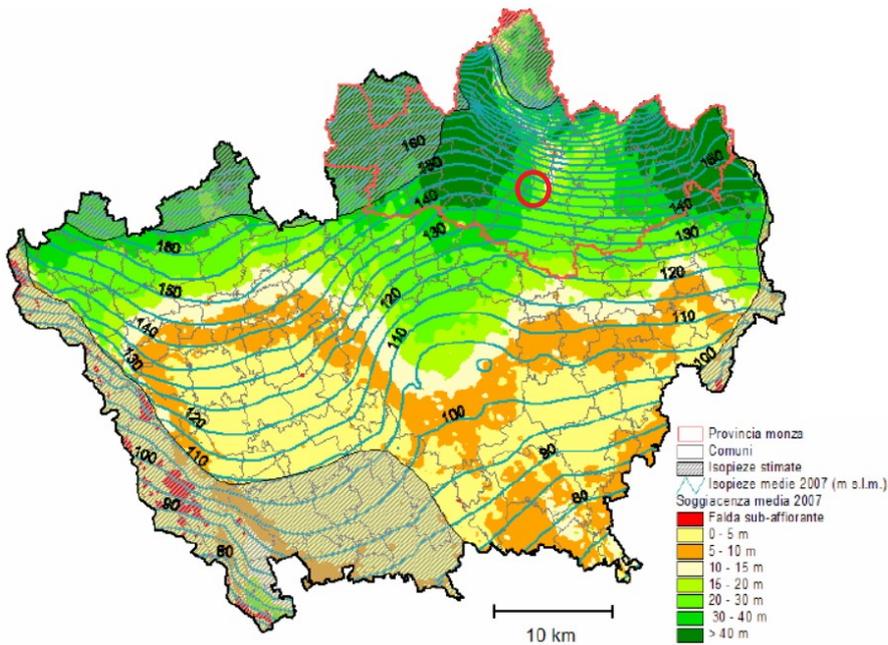


Figura – Carta delle soggiacenze e delle piezometriche medie per l'anno 2007 per la provincia di Milano (Elaborazione IRSA-CNR)

#### Confronto 1982 – 2007

La piezometrica è stata confrontata, tramite sovrapposizione, con la piezometrica del 1982

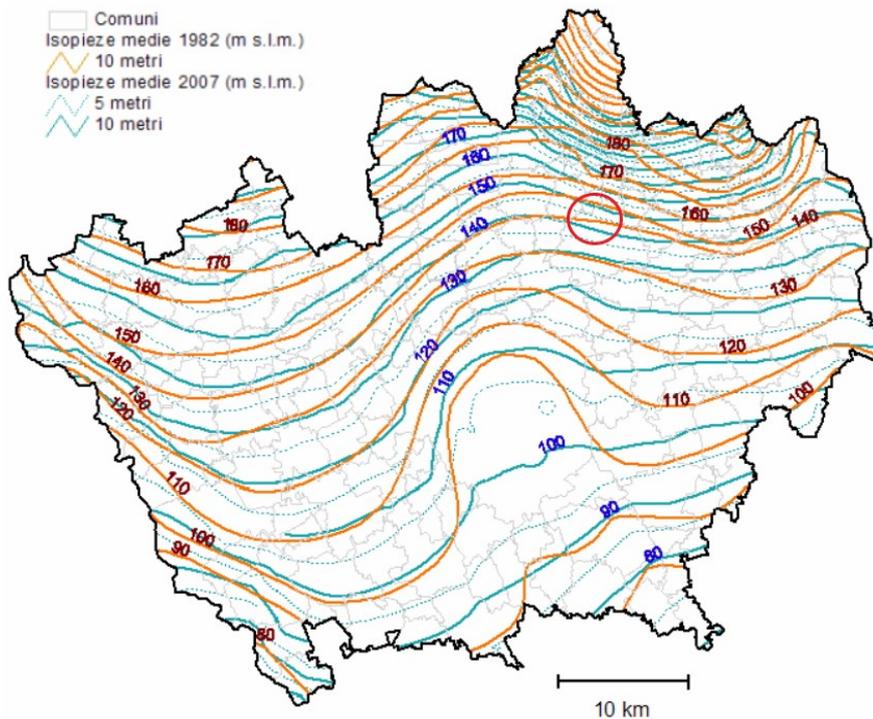


Figura Carta della piezometrica della falda freatica per gli anni 1982 e 2007

Le differenze nell'area di interesse sono minime, con una generale conservazione della direzione del flusso idrico sotterraneo.

Nella figura seguente si esprime la differenza della soggiacenza tra l'anno 2007 e il 1982, dove emerge una differenza nell'area in oggetto di  $-4 \div -1$  m per il periodo considerato.

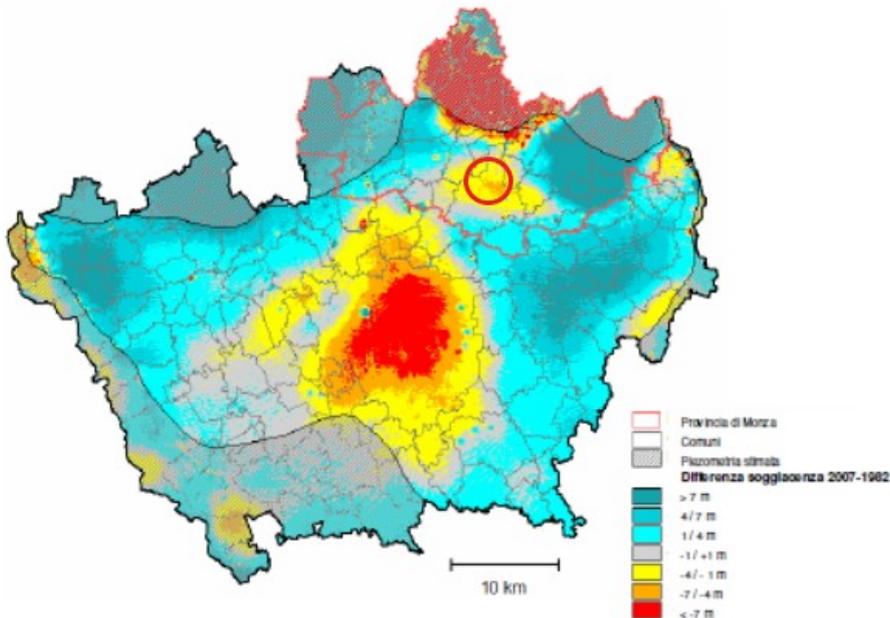


Figura – Differenza della soggiacenza per un periodo di 26 anni (2007 – 1982)

Mentre di seguito è riportata la carta che esprime le variazioni della soggiacenza per i 26 anni di osservazione (dal 2007 al 1982), inferiore ai  $-5$  cm/anno.

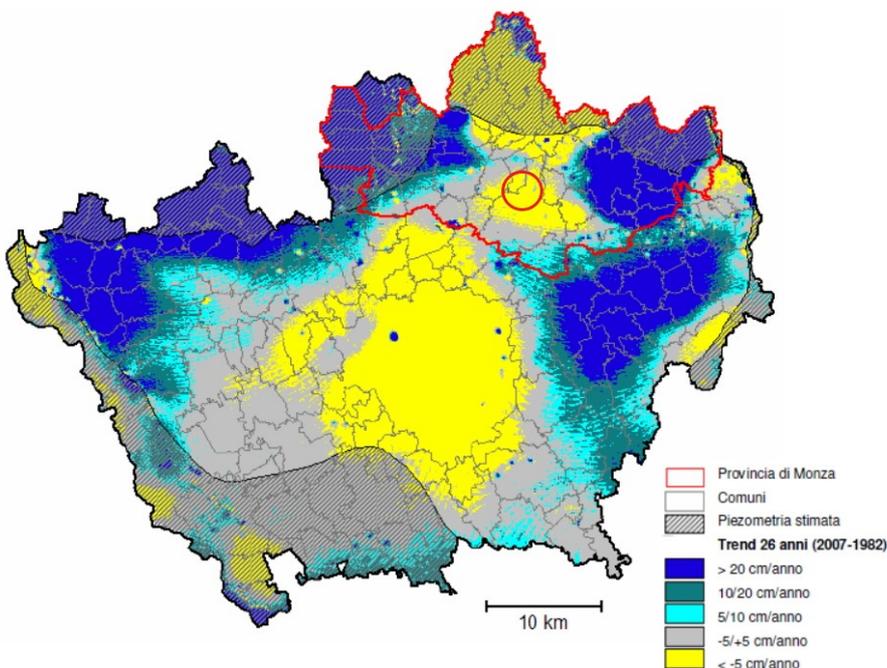


Figura – Carta del trend per una serie di scarica di 26 anni (1982 – 2007)

In base a quanto contenuto ne D.g.r. 10 Aprile 2003 – n.7/12693 “Nelle zone di rispetto, le nuove edificazioni possono avere volumi interrati che non dovranno interferire con la falda captata, in

*particolare dovranno avere una distanza non inferiore a 5 m dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione. Tale distanza dovrà essere determinata tenendo conto delle oscillazioni piezometriche di lungo periodo (indicativamente 50 anni)".*

Sulla base di quanto precedentemente riportato attualmente la soggiacenza è dell'ordine di 30 m, ovvero 20m circa rispetto al piano di imposta delle fondazioni.

Considerando i limitati trend di crescita della falda è possibile affermare che il franco minimo di 5m verrà rispetto al piano di imposta delle fondazioni, verrà ampiamente garantito anche nei prossimi 50 anni.



GIUSEPPE  
COLLESELLI  
INGEGNERE  
Sez. A - n° 3876  
SETTORI:  
CIVILE e AMB. -Industr.  
dell'INFORMAZ.

Ing. Giuseppe Colleselli

Padova, 27-06-2018

**Costruzioni Antares S.r.l.**

Vicolo A. Bellani, 1  
20052 Monza (MB)

**VERIFICA SALUBRITÀ TERRENI  
PRESSO L'AREA DI VIA SANT'ANDREA 23  
IN COMUNE DI MONZA (MB) – EX CINEMA MAESTOSO**



Relazione tecnica

R1/0314/EDT/VP | Marzo 2014



## INDICE

1. Premessa .....	3
2. Inquadramento geografico, geologico e idrogeologico .....	4
3. Descrizione del progetto .....	8
4. Caratterizzazione chimico-fisica dei terreni soggetti a escavazione .....	10

## 1. Premessa

Il presente documento, redatto su incarico della Costruzioni Antares S.r.l. con sede in Via A. Bellani 1 in Comune di Monza (MB), illustra i risultati delle attività di caratterizzazione dei terreni eseguiti presso l'area di Via Sant'Andrea 23 in Comune di Monza (MB) sede dell'ex cinema Maestoso di Monza che, secondo i progetti di riqualifica dell'area, sarà oggetto di demolizione e, al suo posto, sorgerà un nuovo complesso commerciale.

Sebbene, come meglio indicato nel proseguo della relazione tecnica, le analisi hanno evidenziato un rispetto dei limiti vigenti sia per aree a uso residenziale sia commerciale, non è stato possibile aggiornare il documento "Piano Scavi" ex L. 98/2013 (si ricorda che per l'area in esame è già stato protocollato nel 2010 il documento: "*Piano di Gestione degli Scavi edilizi presso l'area di Via Sant'Andrea 23 in Comune di Monza - ex cinema maestoso*" GEOlogica rif. n R2/0710/EDT/VP – luglio 2010) in quanto alla data attuale non è noto né l'operatore né, tanto meno, il sito di riutilizzo dei materiali.

Il Piano Scavi, in conformità all'art. 41 bis della predetta normativa, sarà redatto prima dell'inizio dei lavori e sarà trasmesso alle Autorità competenti.

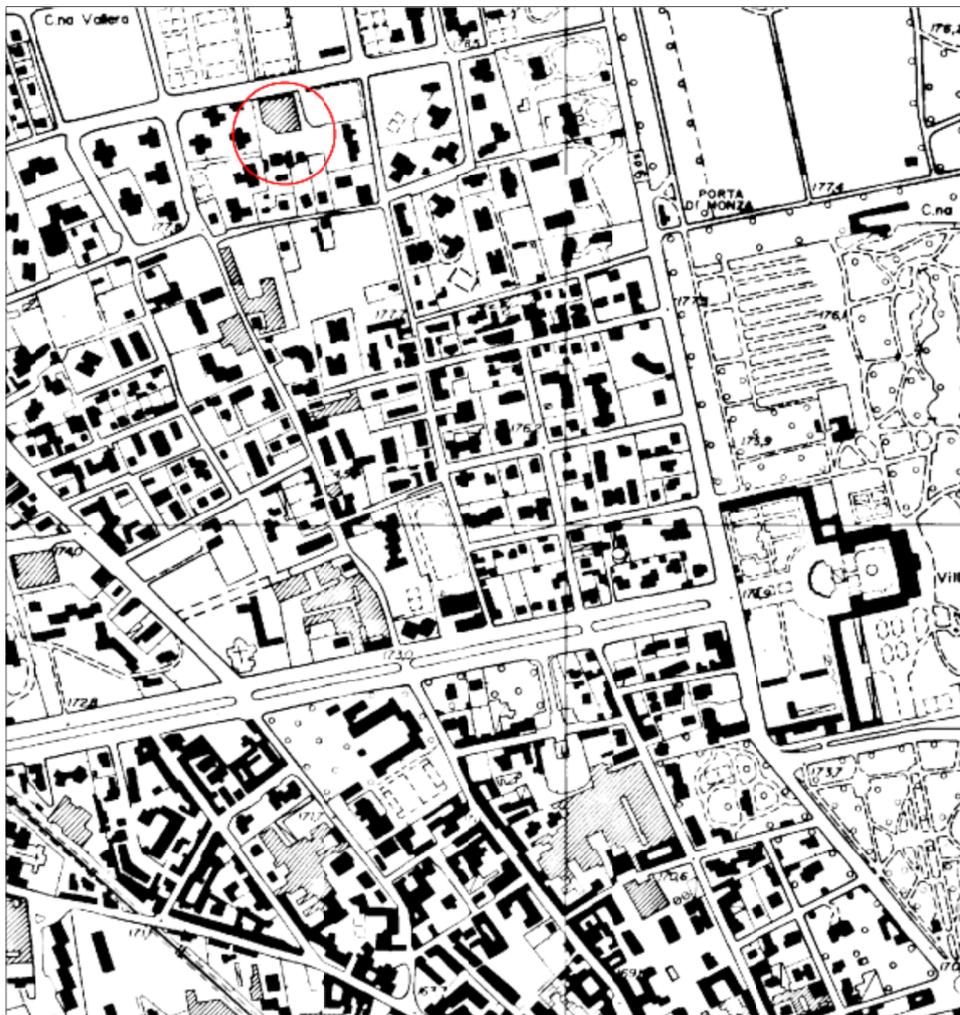
Tutto quanto sopra premesso, al fine di verificare preliminarmente all'inizio delle attività di sbancamento le caratteristiche chimico-fisiche dei terreni sono stati effettuati, in data 25 giugno 2010, 3 saggi esplorativi mediante escavatore dai quali sono stati prelevati n. 6 campioni di terreno successivamente inviati al laboratorio di parte per le determinazioni analitiche.

Nel presente documento, al fine di ottemperare a quanto previsto dalla normativa vigente, sono sviluppati i seguenti punti:

- inquadramento geografico, geologico e idrogeologico dell'area;
- risultanze analitiche dei campioni prelevati.

## 2. Inquadramento geografico, geologico e idrogeologico

L'area oggetto di studio è ubicata nel settore settentrionale del Comune di Monza, a circa 500 m a Nord Ovest della Villa Reale di Monza, a una quota di circa 178 m s.l.m., come riportato nella seguente *Figura 1* che rappresenta un estratto del Foglio B5C5 della CTR della Regione Lombardia.

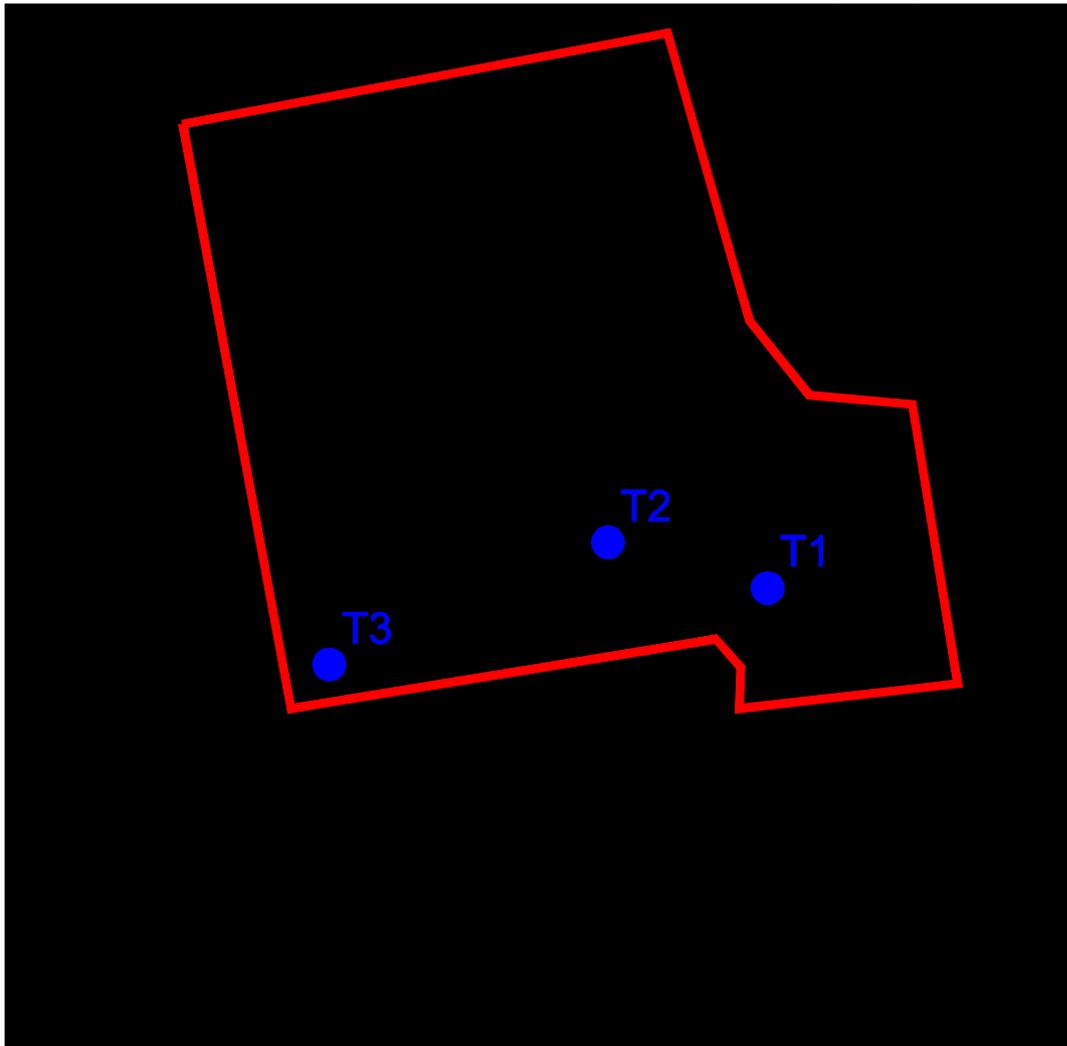


*Figura 1:* Inquadramento geografico

Più in dettaglio, l'area è identificabile con la sede dell'ex Cinema Maestoso di Monza, ha forma all'incirca rettangolare con un'estensione di circa 5.800 m<sup>2</sup>; è delimitata a Nord da Via

Sant'Andrea (su cui è ubicato l'accesso all'area), a Est da un parcheggio pubblico e a Sud e Ovest da edifici a uso residenziale.

Nella seguente *Figura 2* è riportato un dettaglio dell'area con l'ubicazione delle trincee eseguite per il prelievo dei campioni.



*Figura 2.* Dettaglio area ex Cinema Maestoso

Dal punto di vista geologico, l'area è ubicata sulla "Alta Pianura Lombarda", caratterizzata dalla presenza di depositi fluvio-glaciali della formazione "Fluvioglaciale Wurm" e depositatesi a partire dal Pleistocene Superiore durante l'ultima fase glaciale.

Tali depositi costituiscono il cosiddetto "Livello Fondamentale della Pianura".

Nel territorio in esame, dalla più recente alla più antica, sono presenti le seguenti unità:

Alluvioni attuali: costituiscono le aree che si estendono in corrispondenza degli alvei attuali dei corsi d'acqua principali, a una quota più basse rispetto alle aree circostanti. Sono costituite prevalentemente da depositi ghiaioso-sabbiosi intercalati a livelli sabbioso-limosi e limoso-argillosi legati alle diverse fasi di esondazione; lo strato superficiale, poco alterato, è costituito da granulometria fine ed è costituito da materiale alluvionale deposto in ambiente a energia non elevata.

Sui depositi in oggetto è ubicato il sedime dell'area in esame.

Depositi fluvio-giaciali Wurmiani: costituiscono la maggior parte del territorio comunale e occupano le aree che formavano la piana fluvio-glaciale e fluviale formatasi per colmamento durante l'ultima glaciazione.

I depositi in oggetto sono caratterizzati da depositi con granulometria decrescente da Nord verso Sud: nei settori settentrionali si rinvencono sabbie e ghiaie in matrice limosa debolmente argillosa, nei settori centrali sabbie limose con ghiaia e in quelli meridionali sabbie e sabbie limose.

A tali depositi si possono sovrapporre coperture di materiali limoso-argillosi a variabile contenuto in sabbie.

Depositi del Mindel-Riss Auct. - I depositi attribuiti al Mindel e al Riss Auct. costituiscono i terrazzi fluviali identificati rispettivamente con il termine di Diluvium antico e medio che, ove affioranti, sono posti ad una quota altimetrica superiore a quella del livello fondamentale della pianura; essi formano ripiani terrazzati contraddistinti da superfici sommitali lievemente ondulate e dalla presenza di vallecicole fortemente incise.

Litologicamente i depositi rissiani sono costituiti da ghiaie e sabbie in matrice limosa con alterazione superficiale limitata ai primi 3÷5 m, di colore giallo-rossastro, mentre i depositi mindeliani sono contraddistinti da sabbie e limi in matrice argillosa, profondamente alterati, e dalla presenza in superficie di suoli molto evoluti di colore rosso, completamente argillificati e decarbonatati ("ferretto vetusol").

Conglomerati tipo Ceppo (Ceppo Auct.) - Si tratta di conglomerati e arenarie che passano frequentemente a ghiaie e sabbie in ragione dell'irregolare grado di cementazione; essi presentano una vasta diffusione nel sottosuolo dell'alta pianura milanese. Il loro rinvenimento diviene più sporadico procedendo verso Sud, tanto che, già all'altezza della

città di Milano, l'unità si rinviene solo localmente in forma di livelli arenacei e conglomeratici presenti tra 70 e 100 m dal piano campagna.

Infine, per quanto attiene l'andamento della falda, come riportato nella "Tavola 6 – Isopiezometriche e soggiacenza" allegata al Piano di Governo del Territorio del Comune di Monza, a scala comunale è possibile osservare una direzione di flusso orientata all'incirca N-S e quote comprese tra 130 e 180 m s.l.m..

In corrispondenza dell'area di studio, i punti di controllo riportati nel PGT (Figura 3) presenti nell'introno (37 e 47) presentano una soggiacenza rispettivamente di 28.65 e 30.7 m dal piano campagna, corrispondenti a una quota piezometrica di 148.35 e 148.1 m s.l.m..



Figura 3: Stralcio carta isopiezometrica allegata al PGT

### 3. Descrizione del progetto

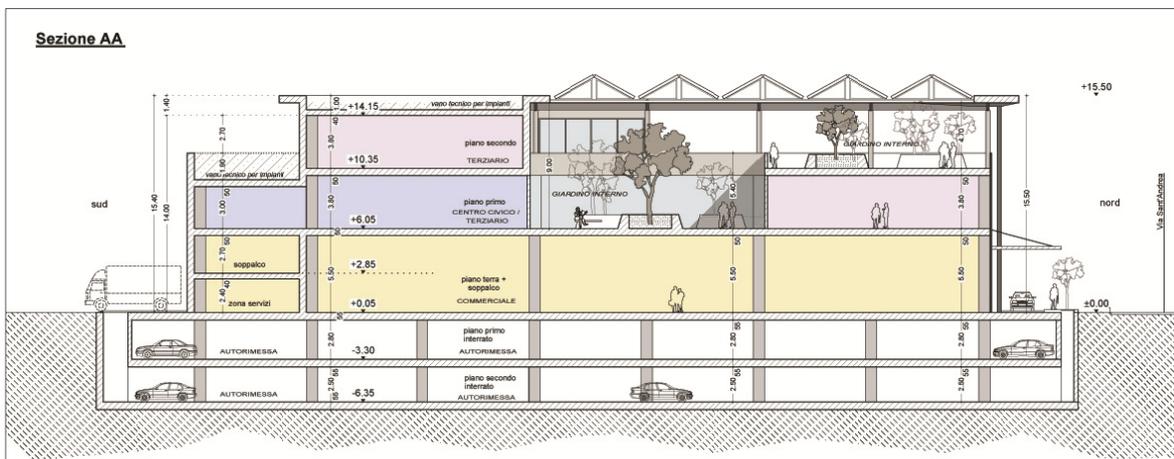
Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo complesso a uso commerciale, sviluppato su n. 2 piani interrati (a uso autorimessa) e da n. 3 piani fuori terra.

I tecnici strutturisti hanno valutato ipotesi fondazionali di tipo platea avente spessore pari a 0,70 m e con imposta della stessa a una quota di  $-9,70$  dal piano campagna attuale al fine di collegarsi alla struttura fondazionale del cinema già esistente.

Le dimensioni della platea sono assimilabili a un rettangolo di 52 m x 9 m.

In base a quanto scaturito dalle indagini, le quali hanno evidenziato materiali scadenti dal punto di vista geotecnico addirittura fino a 12-13 metri di profondità, si è ritenuto idoneo considerare una seconda ipotesi fondazionale consistente nella posa di pali ad una quota di  $-15,0$  m da p.c. attuale a partire dalla quota fondale prevista a  $-9,70$  m da piano campagna.

Nelle seguenti *Figure 4 e 5* è riportata una sezione tipo e la pianta della nuova opera in progetto.



*Figura 4.* Sezione tipo del nuovo complesso commerciale

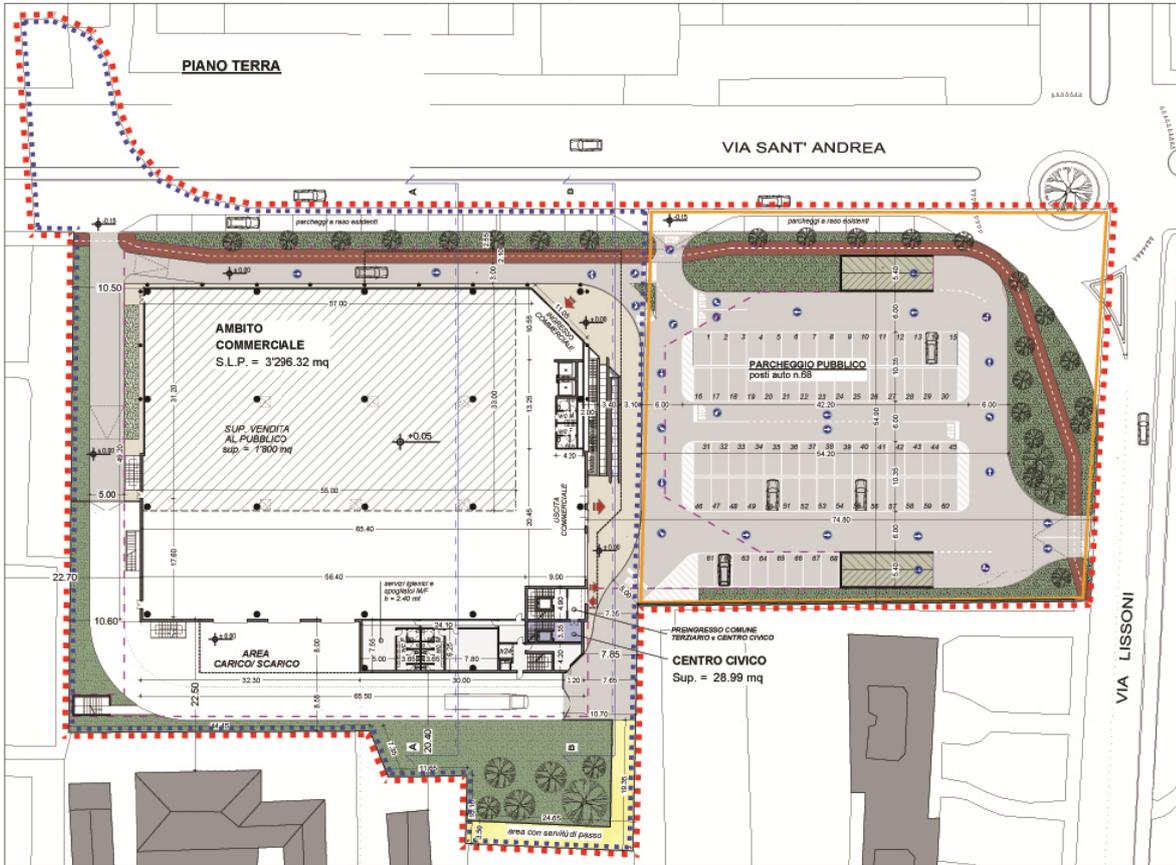


Figura 5: Pianta piano terra del nuovo complesso commerciale

#### 4. Caratterizzazione chimico-fisica dei terreni soggetti a escavazione

Al fine di verificare le caratteristiche chimico-fisiche dei terreni si è proceduto, in data 25 giugno 2010, alla realizzazione di n. 3 trincee esplorative della profondità di circa 3.5 m dal piano campagna mediante escavatore.

Da ognuna delle suddette trincee si è proceduto a prelevare n. 2 campioni rappresentativi dei terreni superficiali e di quelli profondi.

Nella seguente *Tabella 1* si riportano gli identificativi dei campioni e le relative profondità di campionamento.

Identificativo campione	Profondità di campionamento (m da p.c.)
T1A	0 ÷ 1.0
T1B	3.0 ÷ 4.0
T2A	0.5 ÷ 1.5
T2B	2.5 ÷ 3.5
T3A	0.5 ÷ 1.5
T3B	2.5 ÷ 3.5

*Tabella 1:* profondità campionamento terreni

In *Figura 2* è riportata la planimetria raffigurante l'ubicazione dei punti di indagine.

L'utilizzo di un escavatore in luogo di un sondaggio a carotaggio continuo ha permesso di meglio rilevare la natura dei terreni oggetto del futuro scavo di sbancamento e verificarne le caratteristiche organolettiche nonché di verificare l'assenza di rifiuti interrati (ovviamente limitatamente ai punti d'indagine).

Dallo scavo eseguito non sono stati osservati orizzonti superficiali di materiali di riporto (intesi come terre mischiate a inerti da demolizione) aventi uno spessore di pochi decimetri; al di sotto di tale livello l'area risulta caratterizzata dalla presenza di materiale generalmente sabbioso con ghiaia fine in matrice talvolta limosa. In corso d'opera non sono state osservate evidenze organolettiche di contaminazione.

Le analisi di laboratorio, i cui rapporti di prova sono riportati in *Allegato 1*, hanno permesso di valutare il tenore dei seguenti analiti:

- Metalli (As, Hg, Cr tot, Cr VI, Cu, Ni, Cd, Pb, Zn);
- Idrocarburi leggeri e pesanti (C<12 e C>12);
- BTEX.

Le analisi hanno evidenziato una totale assenza di contaminazione della matrice ambientale suolo e una piena conformità alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione sia per aree a uso industriale/commerciale (destinazione d'uso vigente) sia per quelle di tipo residenziale/verde pubblico (valori riportati rispettivamente nelle Colonne B e A della Tabella 1 dell' Allegato 5 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.).

Bollate, marzo 2013

Dott. Geol. Luca M. Pizzi



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Luca M. Pizzi".



## ALLEGATO 1

SPETT./LE

**COSTRUZIONI ANTARES S.r.l.**

Vicolo A. Bellani, 1

**MONZA**

### CERTIFICATO DI ANALISI

N.° DI LABORATORIO : **2586**

DATA CERTIFICATO: **30-giu-2010**

CAMPIONE : **TERRENO**

COMMITTENTE : **GEOLOGICA STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO DI GEOLOGIA - Via A. da Bollate, 13 - BOLLATE**

PROVENIENZA : **EX CINEMA MAESTOSO - Via SANT'ANDREA, 23 - MONZA**

Ricevuto il : **25-giu-2010**

Consegnato da : **GEOLOGICA**

Etichetta : **T1A - PROF. 0-1 m da p.c**

**ANALISI TERRENO TAL QUALE**  
(FRAZIONE SOTTOVAGLIO 2mm)

FRAZIONE SOPRA VAGLIO 2 mm (*scheletro*) **48,3 %**  
FRAZIONE SOTTO VAGLIO 2 mm **51,7 %**  
RESIDUO SECCO A 40 °C **91,9 %**

D.Lgs. 152/06 - allegato 5

METALLI	VALORI RIFERITI A :			CONCENTRAZIONI LIMITE		N.° ord.
	sottovaglio 2 mm	totalità campione	incertezza %	AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE mg/Kg	AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE mg/Kg	
ARSENICO	9,1	4,7	± 5	20	50	2
CADMIO	0,17	0,09	± 5	2	15	4
CROMO TOTALE	28	15	± 5	150	800	6
CROMO VI	< 0,1	< 0,1	± 2,5	2	15	7
MERCURIO	< 0,1	< 0,1	± 5	1	5	8
NICHEL	33	17	± 5	120	500	9
PIOMBO	67	35	± 5	100	1000	10
RAME	18	9	± 5	120	600	11
ZINCO	70	36	± 5	150	1500	16
<b>IDROCARBURI</b>						
IDROCARBURI PESANTI C>12	19	10	± 5	50	750	95
IDROCARBURI LEGGERI C≤12	< 1	< 1	± 5	10	250	94
<b>SOLVENTI AROMATICI</b>						
BENZENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,1	2	19
TOLUENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	22
ETIL BENZENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	20
XILENI	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	23

(\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE

(\*\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE

**METODICHE DI ANALISI**

	ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE		ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE
ARSENICO	EPA3051	EPAG010C	IDROCARBURI PESANTI C>12	IRSA CNR 23A	ISO 16703
CADMIO	EPA3051	EPAG010C	IDROCARBURI LEGGERI C≤12	IRSA CNR 23B	EPAB015B
CROMO TOTALE	EPA3051	EPAG010C	SOLVENTI AROMATICI	IRSA CNR 23B	IRSA CNR 23B
CROMO VI	EPA7195A	EPA7195A			
MERCURIO	EPA3051	EPA7471A			
NICHEL	EPA3051	EPAG010C			
PIOMBO	EPA3051	EPAG010C			
RAME	EPA3051	EPAG010C			
ZINCO	EPA3051	EPAG010C			

Qualora non altrimenti specificato l'analisi è da intendersi come relativa a campione prelevato e consegnato dal committente. Pertanto il laboratorio BIOPATA non assume responsabilità alcuna circa la corrispondenza dei dati analitici tra il campione in oggetto e la intera partita di materiale dalla quale esso proviene.

SPETT./LE

**COSTRUZIONI ANTARES S.r.l.**

Vicolo A. Bellani, 1

**MONZA**

### CERTIFICATO DI ANALISI

N.° DI LABORATORIO : **2587**

DATA CERTIFICATO: 30-giu-2010

CAMPIONE : **TERRENO**

COMMITTENTE : **GEOLOGICA STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO DI GEOLOGIA - Via A. da Bollate, 13 - BOLLATE**

PROVENIENZA : **EX CINEMA MAESTOSO - Via SANT'ANDREA, 23 - MONZA**

Ricevuto il : **25-giu-2010**

Consegnato da : **GEOLOGICA**

Etichetta : **T1B - PROF. 3-4 m da p.c.**

**ANALISI TERRENO TAL QUALE**  
(FRAZIONE SOTTOVAGLIO 2mm)

FRAZIONE SOPRA VAGLIO 2 mm (scheletro) **47,4 %**  
FRAZIONE SOTTO VAGLIO 2 mm **52,6 %**  
RESIDUO SECCO A 40 °C **82,7 %**

D.Lgs. 152/06 - allegato 5

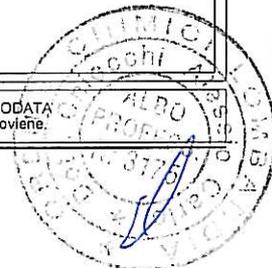
METALLI	VALORI RIFERITI A :			CONCENTRAZIONI		LIMITE	N.° ord.
	sottovaglio 2 mm	totalità campione	incertezza %	AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE	AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE		
				mg/Kg	mg/Kg		
ARSENICO	9,2	<b>4,8</b>	± 5	20	50		2
CADMIO	< 0,1	<b>&lt; 0,1</b>	± 5	2	15		4
CROMO TOTALE	42	<b>22</b>	± 5	150	800		6
CROMO VI	< 0,1	<b>&lt; 0,1</b>	± 2,5	2	15		7
MERCURIO	0,1	<b>0,1</b>	± 5	1	5		8
NICHEL	40	<b>21</b>	± 5	120	500		9
PIOMBO	9	<b>5</b>	± 5	100	1000		10
RAME	18	<b>9</b>	± 5	120	600		11
ZINCO	47	<b>25</b>	± 5	150	1500		16
<b>IDROCARBURI</b>							
IDROCARBURI PESANTI C>12	20	<b>10</b>	± 5	50	750		95
IDROCARBURI LEGGERI C≤12	< 1	<b>&lt; 1</b>	± 5	10	250		94
<b>SOLVENTI AROMATICI</b>							
BENZENE	< 0,01	<b>&lt; 0,01</b>	± 2,5	0,1	2		19
TOLUENE	< 0,01	<b>&lt; 0,01</b>	± 2,5	0,5	50		22
ETIL BENZENE	< 0,01	<b>&lt; 0,01</b>	± 2,5	0,5	50		20
XILENI	< 0,01	<b>&lt; 0,01</b>	± 2,5	0,5	50		23

(\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE  
(\*\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE

**METODICHE DI ANALISI**

	ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE		ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE
ARSENICO	EPA3051	EPA6010C	IDROCARBURI PESANTI C>12	ISO 16703	
CADMIO	EPA3051	EPA6010C	IDROCARBURI LEGGERI C≤12	IRSA CNR 23A	EPAB015B
CROMO TOTALE	EPA3051	EPA6010C	SOLVENTI AROMATICI	IRSA CNR 23B	IRSA CNR 23B
CROMO VI	EPA7196A	EPA7196A			
MERCURIO	EPA3051	EPA7471A			
NICHEL	EPA3051	EPA6010C			
PIOMBO	EPA3051	EPA6010C			
RAME	EPA3051	EPA6010C			
ZINCO	EPA3051	EPA6010C			

Qualora non altrimenti specificato l'analisi è da intendersi come relativa a campione prelevato e consegnato dal committente. Pertanto il laboratorio BIODATA non assume responsabilità alcuna circa la corrispondenza dei dati analitici tra il campione in oggetto e la intera partita di materiale dalla quale esso proviene.



SPETT./LE

**COSTRUZIONI ANTARES S.r.l.**

Vicolo A. Bellani, 1

**MONZA**

## CERTIFICATO DI ANALISI

N.° DI LABORATORIO	: 2588	DATA CERTIFICATO:	30-giu-2010
CAMPIONE	: TERRENO		
COMMITTENTE	: GEOLOGICA STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO DI GEOLOGIA - Via A. da Bollate, 13 - BOLLATE		
PROVENIENZA	: EX CINEMA MAESTOSO - Via SANT'ANDREA, 23 - MONZA		
Ricevuto il	: 25-giu-2010		
Consegnato da :	: GEOLOGICA		
Etichetta	: T2A - PROF. 0,5-1,5 m da p.c.		

ANALISI TERRENO TAL QUALE (FRAZIONE SOTTOVAGLIO 2mm)				D.Lgs. 152/06 - allegato 5			
FRAZIONE SOPRA VAGLIO 2 mm (scheletro)							
FRAZIONE SOTTO VAGLIO 2 mm							
RESIDUO SECCO A 40 °C							
VALORI RIFERITI A :				CONCENTRAZIONI		LIMITE	N.° ord.
METALLI	sottovaglio 2 mm	totalità campione	incertezza %	AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE	AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE		
				mg/Kg	mg/Kg		
ARSENICO	5,5	3,5	± 5	20	50		2
CADMIO	< 0,1	< 0,1	± 5	2	15		4
CROMO TOTALE	28	18	± 5	150	800		6
CROMO VI	< 0,1	< 0,1	± 2,5	2	15		7
MERCURIO	0,1	0,1	± 5	1	5		8
NICHEL	26	17	± 5	120	500		9
PIOMBO	6	4	± 5	100	1000		10
RAME	12	8	± 5	120	600		11
ZINCO	31	20	± 5	150	1500		16
<b>IDROCARBURI</b>							
IDROCARBURI PESANTI C>12	21	14	± 5	50	750		95
IDROCARBURI LEGGERI C≤12	< 1	< 1	± 5	10	250		94
<b>SOLVENTI AROMATICI</b>							
BENZENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,1	2		19
TOLUENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50		22
ETIL BENZENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50		20
XILENI	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50		23

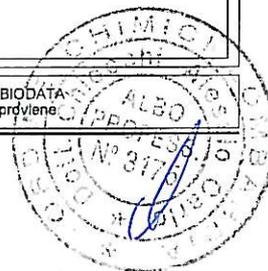
(\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE  
(\*\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE

### METODICHE DI ANALISI

	ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE		ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE
ARSENICO	EPA3051	EPA6010C	IDROCARBURI PESANTI C>12	IRSA CNR 23A	IRSA CNR 23B
CADMIO	EPA3051	EPA6010C	IDROCARBURI LEGGERI C≤12	IRSA CNR 23B	IRSA CNR 23B
CROMO TOTALE	EPA3051	EPA6010C	SOLVENTI AROMATICI		
CROMO VI	EPA7196A	EPA7196A			
MERCURIO	EPA3051	EPA7471A			
NICHEL	EPA3051	EPA6010C			
PIOMBO	EPA3051	EPA6010C			
RAME	EPA3051	EPA6010C			
ZINCO	EPA3051	EPA6010C			

Qualora non altrimenti specificato l'analisi è da intendersi come relativa a campione prelevato e consegnato dal committente. Pertanto il laboratorio BIODATA non assume responsabilità alcuna circa la corrispondenza dei dati analitici tra il campione in oggetto e la intera partita di materiale dalla quale esso proviene.

CAIRATE  
Dr. Pani Francesco



SPETT./LE

**COSTRUZIONI ANTARES S.r.l.**

Vicolo A. Bellani, 1

**MONZA**

## CERTIFICATO DI ANALISI

N.° DI LABORATORIO	: <b>2589</b>	DATA CERTIFICATO: <b>30-giu-2010</b>
CAMPIONE	: <b>TERRENO</b>	
COMMITTENTE	: <b>GEOLOGICA STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO DI GEOLOGIA - Via A. da Bollate, 13 - BOLLATE</b>	
PROVENIENZA	: <b>EX CINEMA MAESTOSO - Via SANT'ANDREA, 23 - MONZA</b>	
Ricevuto il	: <b>25-giu-2010</b>	
Consegnato da :	: <b>GEOLOGICA</b>	
Etichetta	: <b>T2B - PROF. 2,5-3,5 m da p.c</b>	

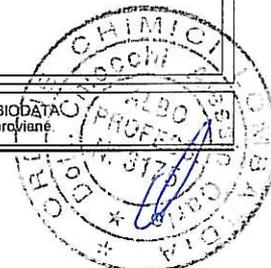
ANALISI TERRENO TAL QUALE (FRAZIONE SOTTOVAGLIO 2mm)				D.Lgs. 152/06 - allegato 5		
FRAZIONE SOPRA VAGLIO 2 mm ( <i>scheletro</i> )		29,4 %				
FRAZIONE SOTTO VAGLIO 2 mm		70,6 %				
RESIDUO SECCO A 40 °C		82,4 %				
VALORI RIFERITI A :				CONCENTRAZIONI LIMITE		N.° ord.
METALLI	sottovaglio 2 mm	totalità campione	incertezza %	AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE mg/Kg	AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE mg/Kg	
ARSENICO	9,4	6,6	± 5	20	50	2
CADMIO	< 0,1	< 0,1	± 5	2	15	4
CROMO TOTALE	58	41	± 5	150	800	6
CROMO VI	< 0,1	< 0,1	± 2,5	2	15	7
MERCURIO	< 0,1	< 0,1	± 5	1	5	8
NICHEL	38	27	± 5	120	500	9
PIOMBO	13	9	± 5	100	1000	10
RAME	15	10	± 5	120	600	11
ZINCO	56	39	± 5	150	1500	16
<b>IDROCARBURI</b>						
IDROCARBURI PESANTI C>12	< 15	< 15	± 5	50	750	95
IDROCARBURI LEGGERI C≤12	< 1	< 1	± 5	10	250	94
<b>SOLVENTI AROMATICI</b>						
BENZENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,1	2	19
TOLUENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	22
ETIL BENZENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	20
XILENI	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	23

(\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE  
(\*\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE

### METODICHE DI ANALISI

	ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE		ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE
ARSENICO	EPA3051	EPA6010C	IDROCARBURI PESANTI C>12 IDROCARBURI LEGGERI C≤12 SOLVENTI AROMATICI	IRSA CNR 23A	ISO 16703 EPA8016B
CADMIO	EPA3051	EPA6010C		IRSA CNR 23B	IRSA CNR 23B
CROMO TOTALE	EPA3051	EPA6010C			
CROMO VI	EPA7196A	EPA7196A			
MERCURIO	EPA3051	EPA7471A			
NICHEL	EPA3051	EPA6010C			
PIOMBO	EPA3051	EPA6010C			
RAME	EPA3051	EPA6010C			
ZINCO	EPA3051	EPA6010C			

Qualora non altrimenti specificato l'analisi è da intendersi come relativa a campione prelevato e consegnato dal committente. Pertanto il laboratorio BIODATA non assume responsabilità alcuna circa la corrispondenza dei dati analitici tra il campione in oggetto e la intera partita di materiale dalla quale esso proviene.



SPETT./LE

**COSTRUZIONI ANTARES S.r.l.**

Vicolo A. Bellani, 1

**MONZA**

## CERTIFICATO DI ANALISI

N.° DI LABORATORIO : **2590**

DATA CERTIFICATO: **30-giu-2010**

CAMPIONE : **TERRENO**

COMMITTENTE : **GEOLOGICA STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO DI GEOLOGIA - Via A. da Bollate, 13 - BOLLATE**

PROVENIENZA : **EX CINEMA MAESTOSO - Via SANT'ANDREA, 23 - MONZA**

Ricevuto il : **25-giu-2010**

Consegnato da : **GEOLOGICA**

Etichetta : **T3A - PROF. 0,5-1,5 m da p.c**

### ANALISI TERRENO TAL QUALE (FRAZIONE SOTTOVAGLIO 2mm)

FRAZIONE SOPRA VAGLIO 2 mm (scheletro) **23,5 %**  
FRAZIONE SOTTO VAGLIO 2 mm **76,5 %**  
RESIDUO SECCO A 40 °C **87,5 %**

D.Lgs. 152/06 - allegato 5

METALLI	VALORI RIFERITI A :			CONCENTRAZIONI		N.° ord.
	sottovaglio 2 mm	totalità campione	incertezza %	AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE	LIMITE AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE	
				mg/Kg	mg/Kg	
ARSENICO	10,3	7,9	± 5	20	50	2
CADMIO	0,11	0,08	± 5	2	15	4
CROMO TOTALE	48	37	± 5	150	800	6
CROMO VI	< 0,1	< 0,1	± 2,5	2	15	7
MERCURIO	< 0,1	< 0,1	± 5	1	5	8
NICHEL	38	29	± 5	120	500	9
PIOMBO	10	8	± 5	100	1000	10
RAME	20	15	± 5	120	600	11
ZINCO	55	42	± 5	150	1500	16
<b>IDROCARBURI</b>						
IDROCARBURI PESANTI C>12	< 15	< 15	± 5	50	750	95
IDROCARBURI LEGGERI C≤12	< 1	< 1	± 5	10	250	94
<b>SOLVENTI AROMATICI</b>						
BENZENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,1	2	19
TOLUENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	22
ETIL BENZENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	20
XILENI	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	23

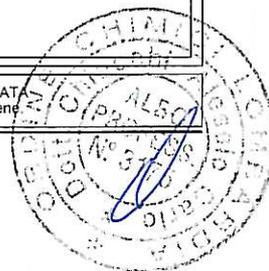
(\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE  
(\*\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE

### METODICHE DI ANALISI

	ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE		ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE
ARSENICO	EPA3051	EPA6010C	IDROCARBURI PESANTI C>12	IRSA CNR 23A	EPA8015B
CADMIO	EPA3051	EPA6010C	IDROCARBURI LEGGERI C≤12	IRSA CNR 23B	IRSA CNR 23B
CROMO TOTALE	EPA3051	EPA6010C	SOLVENTI AROMATICI		
CROMO VI	EPA7196A	EPA7196A			
MERCURIO	EPA3051	EPA7471A			
NICHEL	EPA3051	EPA6010C			
PIOMBO	EPA3051	EPA6010C			
RAME	EPA3051	EPA6010C			
ZINCO	EPA3051	EPA6010C			

Qualora non altrimenti specificato l'analisi è da intendersi come relativa a campione prelevato e consegnato dal committente. Pertanto il laboratorio BIODATA non assume responsabilità alcuna circa la corrispondenza dei dati analitici tra il campione in oggetto e la intera partita di materiale dalla quale esso proviene.

CAIRATE  
Dr. Pani Francesco



SPETT./LE

**COSTRUZIONI ANTARES S.r.l.**

Vicolo A. Bellani, 1

**MONZA**

## CERTIFICATO DI ANALISI

<b>N.° DI LABORATORIO</b>	: <b>2591</b>	DATA CERTIFICATO: <b>30-giu-2010</b>
<b>CAMPIONE</b>	: <b>TERRENO</b>	
<b>COMMITTENTE</b>	: <b>GEOLOGICA STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO DI GEOLOGIA - Via A. da Bollate, 13 - BOLLATE</b>	
<b>PROVENIENZA</b>	: <b>EX CINEMA MAESTOSO - Via SANT'ANDREA, 23 - MONZA</b>	
Ricevuto il	: <b>25-giu-2010</b>	
Consegnato da :	: <b>GEOLOGICA</b>	
Etichetta	: <b>T3B - PROF. 2,5-3,5 m da p.c</b>	

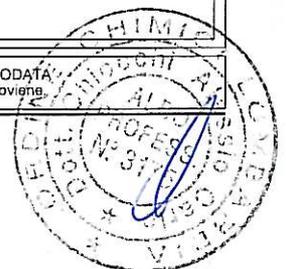
ANALISI TERRENO TAL QUALE (FRAZIONE SOTTOVAGLIO 2mm)				D.Lgs. 152/06 - allegato 5		
FRAZIONE SOPRA VAGLIO 2 mm ( <i>scheletro</i> )	41,2 %			<b>CONCENTRAZIONI</b>		<b>LIMITE</b>
FRAZIONE SOTTO VAGLIO 2 mm	58,8 %			<small>AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE</small>	<small>AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE</small>	
RESIDUO SECCO A 40 °C	84,8 %			<small>mg/Kg</small>	<small>mg/Kg</small>	
VALORI RIFERITI A :						N.° ord.
METALLI	sottovaglio 2 mm	totalità campione	incertezza %			
ARSENICO	6,9	4,1	± 5	20	50	2
CADMIO	< 0,1	< 0,1	± 5	2	15	4
CROMO TOTALE	26	15	± 5	150	800	6
CROMO VI	< 0,1	< 0,1	± 2,5	2	15	7
MERCURIO	< 0,1	< 0,1	± 5	1	5	8
NICHEL	30	18	± 5	120	500	9
PIOMBO	5	3	± 5	100	1000	10
RAME	16	9	± 5	120	600	11
ZINCO	34	20	± 5	150	1500	16
<b>IDROCARBURI</b>						
IDROCARBURI PESANTI C>12	< 15	< 15	± 5	50	750	95
IDROCARBURI LEGGERI C≤12	< 1	< 1	± 5	10	250	94
<b>SOLVENTI AROMATICI</b>						
BENZENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,1	2	19
TOLUENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	22
ETIL BENZENE	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	20
XILENI	< 0,01	< 0,01	± 2,5	0,5	50	23

(\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO VERDE PUBBLICO, PRIVATO, RESIDENZIALE  
(\*\*) VALORE SUPERIORE AL LIMITE CONSENTITO PER AREE AD USO INDUSTRIALE E/O COMMERCIALE

### METODICHE DI ANALISI

	ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE		ESTRAZIONE	DETERMINAZIONE
ARSENICO	EPA3051	EPA6010C	IDROCARBURI PESANTI C>12	ISO 16703	
CADMIO	EPA3051	EPA6010C	IDROCARBURI LEGGERI C≤12	IRSA CNR 23A	EPA8015B
CROMO TOTALE	EPA3051	EPA6010C	SOLVENTI AROMATICI	IRSA CNR 23B	IRSA CNR 23B
CROMO VI	EPA7196A	EPA7196A			
MERCURIO	EPA3051	EPA7471A			
NICHEL	EPA3051	EPA6010C			
PIOMBO	EPA3051	EPA6010C			
RAME	EPA3051	EPA6010C			
ZINCO	EPA3051	EPA6010C			

Qualora non altrimenti specificato l'analisi è da intendersi come relativa a campione prelevato e consegnato dal committente. Pertanto il laboratorio BIODATA non assume responsabilità alcuna circa la corrispondenza dei dati analitici tra il campione in oggetto e la intera partita di materiale dalla quale esso proviene.



# **EX CINEMA MAESTOSO**

## **VIA SANT'ANDREA n.23, MONZA (MB)**

### **ESECUZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA**

---

### **RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA**

**COMMITTENTE:** eSERVICE srl  
Via del Commercio, 1  
24041-Brembate (BG)

*Carpenedolo, gennaio 2018*



## **INDICE**

<b>1. GENERALITA'</b> .....	<b>3</b>
1.1. Introduzione .....	3
1.2. Elaborati .....	6
<b>2. CAMPAGNA GEOGNOSTICA MEDIANTE SONDAGGI</b> .....	<b>6</b>
2.1. Sondaggi meccanici .....	6
2.2. Completamento fori .....	7
2.3. Prove geotecniche in situ e prelievo di campioni.....	7
2.3.1 Prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) .....	7
2.3.2 Prelievo campioni rimaneggiati di tipo geotecnico .....	9
2.3.1 Prelievo campioni rimaneggiati di tipo ambientale .....	10
2.4. Prove geotecniche di laboratorio.....	11
2.5. Analisi chimiche di laboratorio.....	13
2.6. Parametri geotecnici desunti dalle prove S.P.T.....	15
<b>3. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE</b> .....	<b>20</b>
<b>4. INDAGINI GEOFISICHE</b> .....	<b>21</b>
3.1 Prova sismica con metodo Down Hole .....	21
3.1.1 Metodologia di indagine .....	21
3.1.2 Strumentazione.....	22
3.1.3 Elaborazione .....	23
3.1.4 Risultati.....	24
3.2 Indagine geoelettrica con elaborazione tomografica.....	29
3.2.1 Metodologia di indagine .....	30
3.2.2 Strumentazione utilizzata.....	32
3.2.3 Elaborazione .....	34
3.2.4 Risultati.....	35
3.2.5 Conclusioni .....	37
<b>5. SCHEDA TECNICA SONDA DI PERFORAZIONE E PENETROMETRO</b> .....	<b>39</b>

## **ALLEGATI**

Allegato n° 1: Stratigrafie sondaggi

Allegato n° 2: Relazione fotografica

Allegato n°3: Certificati prove geotecniche di laboratorio

Allegato n°4: Risultati prove penetrometriche dinamiche

Allegato n°5: Catena di custodia campioni di terreno rimaneggiati di tipo ambientale

Allegato n°6: Certificati Analisi chimiche

Allegato n°7: Tavole sezioni geoelettriche orizzontali e verticali



## 1. GENERALITA'

### 1.1. Introduzione

La presente relazione si riferisce alla campagna di indagini geognostiche eseguite nell'ambito delle attività di progettazione di un nuovo edificio a uso commerciale/terziario nell'area attualmente occupata dall'Ex Cinema Maestoso, in via Sant'Andrea n.23, nel comune di Monza (MB).

Per la caratterizzazione geologico-geotecnica e geofisica sono state eseguite le seguenti lavorazioni:

- n.5 sondaggi verticali, realizzati a carotaggio continuo, spinti sino alla profondità di -25.00 m da p.c. e -35.00 m da p.c.;
- prove penetrometriche dinamiche in foro tipo S.P.T.;
- prelievo di campioni rimaneggiati di tipo geotecnico da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio;
- prelievo di campioni rimaneggiati di tipo ambientale da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio;
- n.2 prove penetrometriche dinamiche super pesanti.

Nella tabella successiva sono sinteticamente riassunte le caratteristiche dei fori eseguiti.

SONDAGGI GEOGNOSTICI					
SONDAGGIO	PROFONDITA' (m da p.c.)	n. prove SPT	n. campioni rimaneggiati geotecnici	n. campioni rimaneggiati ambientali	Completamento foro
S1	35.00	11	3	3	Ritombamento
S2-DH	35.00	11	5	3	PVC 3" cieco
S3	25.00	8	3	2	Ritombamento
S4	25.00	8	3	3	Ritombamento
S5	25.00	6	4	1	Ritombamento

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE			
PROVA	TIPOLOGIA	MODELLO PENETROMETRO	PROFONDITA' (m da p.c.)
DPSH-01	Super pesante (M>60 kg)	Pagani TG 73-200	11.70
DPSH-02	Super pesante (M>60 kg)	Pagani TG 73-200	9.90



Per la caratterizzazione geofisica sono state eseguite le seguenti indagini:

- n.1 prova sismica in foro con metodo Down Hole, eseguita fino alla profondità di -35.00 m da p.c.;
- n.1 indagine geoelettrica con metodo tomografico, costituita da n.11 stese di lunghezza complessiva pari a 827.80 m.

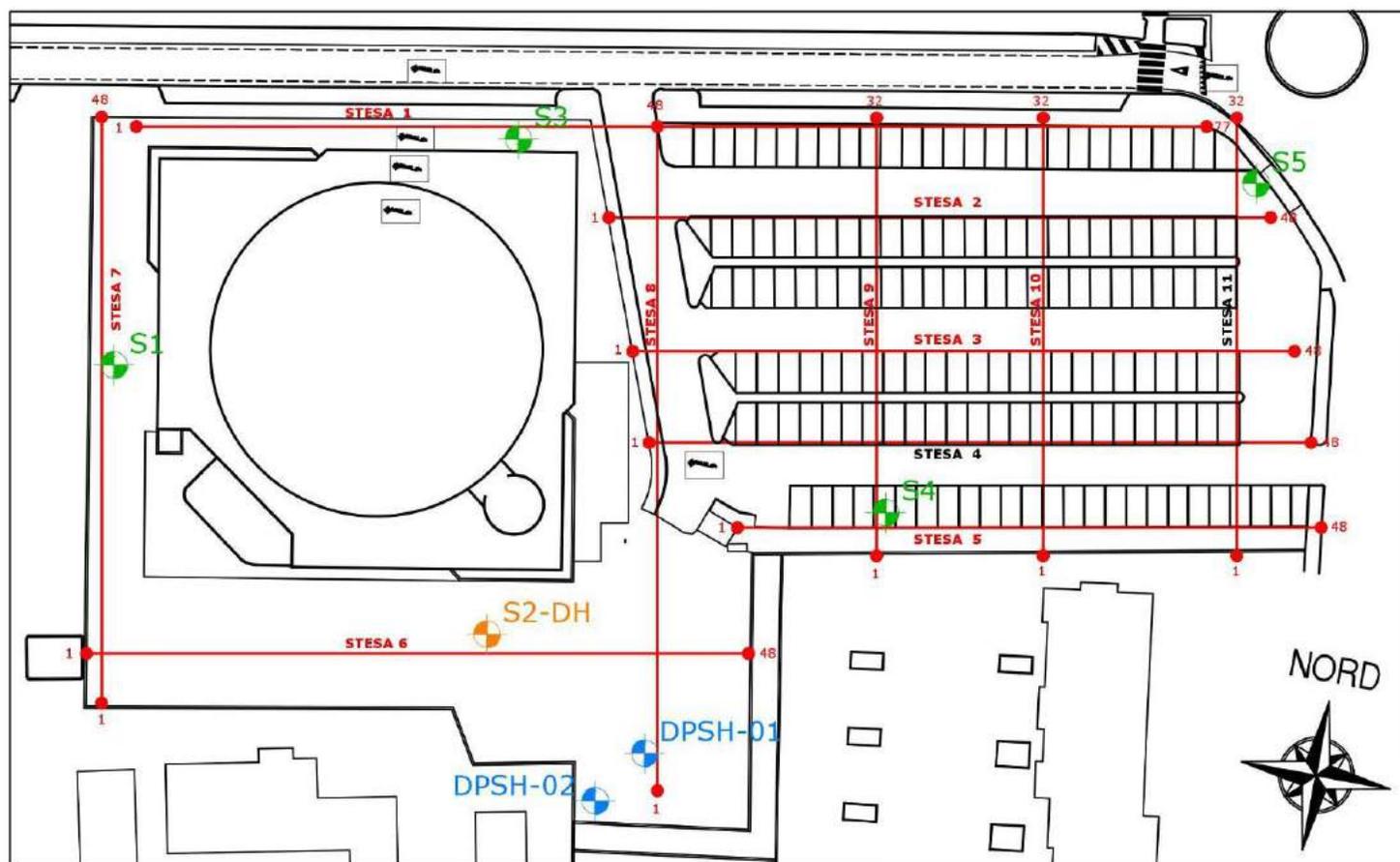
Nelle tabelle successive sono sinteticamente riassunte le caratteristiche delle indagini geofisiche eseguite.

<b>PROVA SISMICA CON METODO DOWN HOLE</b>		
<b>NOME PROVA</b>	<b>PROFONDITA' (m da p.c.)</b>	<b>PASSO DI LETTURA (m)</b>
DH-01	35.00	1.00

<b>INDAGINE GEOLETTRICA CON TECNICA TOMOGRAFICA</b>			
<b>STESA</b>	<b>LUNGHEZZA (m)</b>	<b>SPAZIATURA ELETTRICA (m)</b>	<b>n. ELETTRIDI</b>
1	129.2	1.70	77
2	79.9	1.70	48
3	79.9	1.70	48
4	79.9	1.70	48
5	70.5	1.50	48
6	79.9	1.70	48
7	70.5	1.50	48
8	79.9	1.70	48
9	52.7	1.70	32
10	52.7	1.70	32
11	52.7	1.70	32

Nella pagina seguente è riportata la planimetria di insieme dell'area con l'ubicazione dei punti di indagine.

La relazione è redatta in conformità con quanto prescritto dalle norme del Decreto del Ministero LL. PP. 11-03-88 e successive integrazioni.



 S1 Sondaggio geognostico

 S2-DH Sondaggio geognostico attrezzato per prova Down Hole

 STESA 6 Stesa geoelettrica

 DPSH-01 Prova penetrometrica dinamica



## 1.2. Elaborati

Tutti i dati raccolti ed analizzati sono stati utilizzati per la stesura della presente relazione, corredata dai seguenti elaborati:

Allegato n° 1: Stratigrafie sondaggi

Allegato n° 2: Relazione fotografica

Allegato n°3: Certificati prove geotecniche di laboratorio

Allegato n°4: Risultati prove penetrometriche dinamiche

Allegato n°5: Catena di custodia campioni di terreno rimaneggiati di tipo ambientale

Allegato n°6: Certificati Analisi chimiche

Allegato n°7: Tavole sezioni geoelettriche orizzontali e verticali

## 2. CAMPAGNA GEOGNOSTICA MEDIANTE SONDAGGI

### 2.1. Sondaggi meccanici

La perforazione è stata eseguita con sonda cingolata a rotazione autocarrata PX850, su Mercedes Unimog U500, di cui viene allegata alla presente relazione la scheda tecnica.

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

Il materiale prelevato durante le perforazioni è stato depositato, in modo continuo ed ordinato, in apposite cassette catalogatrici in PVC (capacità 5,00 m), siglate ognuna temporaneamente con l'identificativo del sondaggio, la profondità di prelievo di riferimento, la profondità di esecuzione delle prove geotecniche in situ, il committente e la data di perforazione.

Gli utensili utilizzati per l'avanzamento della perforazione e per l'esecuzione delle prove in foro sono:

- Aste di perforazione con filettatura tronco conica APIR 2" 3/8  $\phi_{EST}=76$  mm, L=1.50÷3.00 m;
- Tubi di rivestimento  $\phi_{EST}=127$ mm, L=1.50 m;
- Carotiere "semplice" con valvola in testa a sfera a calice  $\phi_{EST}=101$  mm, L=1.50 m;



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

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite prove in foro quali prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T.

Le stratigrafie sono state eseguite in cantiere da geologo abilitato.

La documentazione fotografica e le stratigrafie dei sondaggi sono allegare alla presente di cui costituiscono parte integrante (Allegato n.1 e Allegato n.2).

## **2.2. Completamento fori**

Al termine delle lavorazioni, i S2, S3, S4 e S5 sono stati ritombati utilizzando materiale di risulta della perforazione additivato con miscela acqua cemento in rapporto 1:1; il foro S2-DH è stato attrezzato con tubazione in PVC  $\varnothing 3$ " cieca da 0.00 m a 35.00 m da p.c. per l'esecuzione della prova sismica in foro con metodo Down Hole, l'intercapedine fra foro e tubazione in PVC è stata riempita mediante miscela acqua cemento in rapporto 1:1.

## **2.3. Prove geotecniche in situ e prelievo di campioni**

Nei fori di sondaggio oggetto della presente relazione, come già accennato precedentemente, sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. e sono stati prelevati campioni rimaneggiati di tipo geotecnico. Le modalità di esecuzione delle prove in situ e di campionamento sono descritte nei paragrafi seguenti.

### ***2.3.1 Prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (Standard Penetration Test)***

Si tratta di prove che vengono eseguite in avanzamento sul fondo del foro di sondaggio dalle quali si ricava la resistenza alla penetrazione in funzione della profondità.

Le prove S.P.T. sono state eseguite seguendo le modalità standard suggerite dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) ed hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Le prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. sono state eseguite, previa pulizia del foro, tramite impiego di apposita attrezzatura di battitura, costituita da un maglio a sganciamento



automatico del tipo Plicon-Nenzi (peso maglio 63.50 kg), con caduta libera da un'altezza di 75 cm, che scorre lungo aste di collegamento ( $L = 3.00$  m,  $\varnothing = 50$  mm, giunte a nipplo m/m) al terminale di infissione.

La prova S.P.T. consiste quindi nell'infissione a percussione di un apposito campionatore (campionatore Raymond a punta aperta, dove la stratigrafia lo ha consentito, o a punta chiusa), che penetrando nel terreno, consente di valutarne la resistenza meccanica alla penetrazione (numero di colpi  $N$  necessario ad attraversare tre tratti da 15 cm ognuno, per una lunghezza totale di 45 cm).

L'esecuzione avviene secondo le modalità contenute nella normativa ASTM n° D 1586/68 e compresa nelle "Raccomandazioni ISSMFE" per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1976).

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

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

Nei sondaggi oggetto della presente relazione le prove S.P.T. sono state effettuate con campionatore Raymond a punta chiusa, a causa delle caratteristiche granulometriche dei materiali incontrato (presenza di abbondanti ghiaie e di ciottoli).

Nella tabella seguente sono sintetizzati i dati ottenuti dalle prove eseguite.

Numero sondaggio	Sonda utilizzata	Profondità Sondaggio (m da p.c.)	Profondità prove SPT (m)	Numero di colpi
<b>S1</b>	PX 850	35.00	3.00÷3.45	8-9-10
			6.00÷6.45	9-15-29
			9.00÷9.45	12-18-35
			12.00÷12.45	R(3)
			15.00÷15.45	R(10)
			18.00÷18.45	R(5)
			21.00÷21.45	R(8)
			24.00÷24.45	R(9)
			27.00÷27.45	R(3)
			30.00÷30.45	R(6)
33.00÷33.45	R(6)			
<b>S2</b>	PX 850	35.00	3.00÷3.45	7-7-8
			6.00÷6.45	8-8-9
			9.00÷9.45	8-7-9
			12.00÷12.45	9-8-10



			15.00÷15.45 18.00÷18.45 21.00÷21.45 24.00÷24.45 27.00÷27.45 30.00÷30.45 33.00÷33.45	8-7-6 38-45-R(10) R(9) 35-R(15) R(5) R(7) R(12)
<b>S3</b>	PX 850	25.00	3.00÷3.45 6.00÷6.45 9.00÷9.45 12.00÷12.45 15.00÷15.45 18.00÷18.45 21.00÷21.45 24.00÷24.45	9-R(3) 36-R(6) 25-21-18 39-26-R(5) 45-R(7) R(10) R(5) R(8)

Numero sondaggio	Sonda utilizzata	Profondità Sondaggio (m da p.c.)	Profondità prove SPT (m)	Numero di colpi
<b>S4</b>	PX 850	25.00	3.00÷3.45 6.00÷6.45 9.00÷9.45 12.00÷12.45 15.00÷15.45 18.00÷18.45 21.00÷21.45 24.00÷24.45	R(11) 26-47-R(5) R(12) R(9) R(5) R(7) R(3) R(5)
<b>S5</b>	PX 850	25.00	3.00÷3.45 6.00÷6.45 9.00÷9.45 18.00÷18.45 21.00÷21.45 24.00÷24.45	2-4-8 1-2-9 10-8-4 21-45-R(5) R(8) 47-R(5)

### 2.3.2 Prelievo campioni rimaneggiati di tipo geotecnico

Il prelievo dei campioni rimaneggiati è stato effettuato direttamente dalla cassetta catalogatrice una volta riempita completamente e dopo averla fotografata.

Il materiale prelevato è stato posto in un sacchetto in plastica trasparente opportunamente sigillato, contrassegnato da etichette con l'identificativo del sondaggio, la profondità di riferimento, il committente e la data di prelievo.

Il numero, le sigle e le quote dei campioni rimaneggiati prelevati sono riportati negli schemi stratigrafici allegati.

Nella tabella successiva sono sinteticamente riportate le caratteristiche dei campioni rimaneggiati prelevati.



<b>SONDAGGIO</b>	<b>SIGLA CAMPIONE</b>	<b>PROFONDITA' PRELIEVO (m da p.c.)</b>
S1	CR1	4.50÷5.00
	CR2	12.00÷13.00
	CR3	27.00÷28.00
S2-DH	CR1	3.50-4.00
	CR2	7.50÷8.00
	CR3	12.50÷13.00
	CR4	22.00÷23.00
	CR5	33.00÷33.50
S3	CR1	3.50-4.00
	CR2	12.00÷13.00
	CR3	22.00÷22.50

<b>SONDAGGIO</b>	<b>SIGLA CAMPIONE</b>	<b>PROFONDITA' PRELIEVO (m da p.c.)</b>
S4	CR1	2.50-3.00
	CR2	13.00÷14.00
	CR3	22.50÷23.00
S5	CR1	2.00-3.00
	CR2	5.50÷6.00
	CR3	18.00÷19.00
	CR4	23.50÷24.00

### *2.3.1 Prelievo campioni rimaneggiati di tipo ambientale*

Il prelievo dei campioni ambientali, è stato effettuato direttamente dalla cassetta catalogatrice, una volta riempita completamente e dopo averla fotografata.

Il campionamento è avvenuto mediante operazioni di omogeneizzazione e quartatura in sito del materiale di risulta della perforazione; previa setacciatura del terreno per eliminare la frazione granulometrica con diametro superiore ai 20 mm. Il materiale setacciato, omogeneizzato e quartato è stato successivamente riposto all'interno di contenitore in vetro idoneo opportunamente sigillato mediante tappo metallico.

Di tutti i campioni ambientali prelevati al di sopra di 4.50 m da p.c., è stata conservata la frazione granulometrica superiore a 20 mm, per eventuali analisi integrative su campione tal quale (test di cessione).



Successivamente al prelievo, i campioni sono stati spediti a mezzo corriere al laboratorio chimico incaricato delle analisi.

Il numero, le sigle e le quote dei campioni rimaneggiati prelevati sono riportati negli schemi stratigrafici allegati.

Nella tabella successiva sono sinteticamente riportate le caratteristiche dei campioni rimaneggiati prelevati.

<b>SONDAGGIO</b>	<b>SIGLA CAMPIONE</b>	<b>PROFONDITA' PRELIEVO (m da p.c.)</b>
S1	CA1	0.00÷1.00
	CA2	3.50÷4.50
	CA3	4.00÷8.00
S2-DH	CA1	3.50-4.00
	CA2	7.50÷8.00
	CA3	12.50÷13.00
S3	CA1	3.50-4.00
	CA2	12.00÷13.00
S4	CA1	4.50÷5.00
	CA2	12.00÷13.00
	CA3	27.00÷28.00
S5	CA1	3.50-4.00
S1÷S4 (>20 mm)	S1÷S4 (>20 mm)	0.00÷4.50

Il campione composito S1÷S4 è stato prelevato e resta a disposizione per eventuali analisi integrative (test di cesione).

In Allegato n.5 è riportata la catena di custodia dei campioni rimaneggiati di tipo ambientale prelevati,

#### **2.4. Prove geotecniche di laboratorio**

Le prove geotecniche sono state svolte presso il laboratorio TECNOLAB S.r.l. di Ortona (CH) (con concessione ministeriale Decreto n° 52652 del 26/11/04 e certificato QCB ISO 9001:2008).

Il programma analitico delle prove geotecniche di laboratorio da eseguire sui campioni provenienti dai sondaggi geognostici e il relativo elenco sui quali eseguire le prove sono stati forniti dalla Committente; In particolare sui campioni di terreno rimaneggiati sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:



- Apertura e descrizione del campione;
- Analisi granulometrica per setacciatura;

Nella tabella seguente sono riportati sinteticamente i risultati delle prove geotecniche di laboratorio eseguite.

Tipo di prova	sondaggio	S1	S1	S1	S2DH	S2DH
	indisturbato					
	rimaneggiato	CR1	CR2	CR3	CR1	CR2
	profondità	4,50-5,00	12,00-13,00	27,00-28,00	3,50-4,00	7,50-8,00
Classificazione geotecnica		ghiaia grosso-fine con sabbia e limo argilloso marrone	ghiaia con rari ciottoli e sabbia limosa grigia	sabbia e ghiaia con limo debolmente argilloso grigio	limo argilloso marrone con sabbia e ghiaia	ghiaia con rari ciottoli con sabbia e limo argilloso marrone
Analisi granulometrica con vagliatura	ciottoli %	0.00	5.61	0.00	0.00	5.29
	ghiaia %	36.91	63.81	41.72	16.31	43.72
	sabbia %	34.75	17.72	44.53	21.00	28.63
	limo %	28.35	12.86	13.73	62.68	22.36
	argilla %					

Tipo di prova	sondaggio	S2DH	S2DH	S2DH	S3	S3
	indisturbato					
	rimaneggiato	CR3	CR4	CR5	CR1	CR2
	profondità	12,50-13,00	22,00-23,00	33,00-33,50	3,50-4,00	12,00-13,00
Analisi granulometrica con vagliatura	ciottoli %	0.00	0.00	0.00	0.00	6.44
	ghiaia %	45.47	47.22	33.34	43.53	59.70
	sabbia %	34.43	29.87	53.58	26.16	19.02
	limo %	20.12	22.91	13.07	30.30	14.84
	argilla %					

Tipo di prova	sondaggio	S3	S4	S4	S4	S5
	indisturbato					
	rimaneggiato	CR3	CR1	CR2	CR3	CR1
	profondità	22,00-22,50	2,50-3,00	13,00-14,00	22,50-23,00	2,00-3,00
Analisi granulometrica con vagliatura	ciottoli %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ghiaia %	44.01	52.42	63.80	36.08	33.17
	sabbia %	40.06	26.22	21.95	33.79	37.09
	limo %	15.92	21.37	14.25	30.12	29.73
	argilla %					

Tipo di prova	sondaggio	S5	S5	S5		
	indisturbato					
	rimaneggiato	CR2	CR3	CR4		
	profondità	5,50-6,00	18,00-19,00	23,50-24,00		
Analisi granulometrica con vagliatura	ciottoli %	0.00	3.54	0.00		
	ghiaia %	46.96	71.25	32.08		
	sabbia %	27.86	19.19	39.00		
	limo %	25.18	6.01	28.93		
	argilla %					

I certificati delle prove di laboratorio eseguite sono allegati alla presente di cui costituiscono parte integrante (Allegato n.3).



---

## 2.5.      **Analisi chimiche di laboratorio**

Le analisi chimiche sui terreni sono state svolte presso il laboratorio Gruppo CSA S.p.A. di Rimini (accreditato ACCREDIA n.0181 secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025).

Complessivamente sono stati prelevati n. 12 campioni.

Il programma analitico eseguito su tutti i campioni è il seguente:

- Metalli (Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Cromo IV, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco);
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- BTEX;
- IPA;
- Amianto.

I risultati delle analisi chimiche eseguite sui campioni di terreno prelevati sono riportati nella tabella seguente.

I risultati analitici sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) sia dei siti tipo A (ad uso verde pubblico, privato e residenziale) che dei siti tipo B (ad uso commerciale ed industriale), definite nella Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del D.Lgs. 152/06 e smi.

I certificati relativi alle suddette analisi sono allegati alla presente relazione di cui costituiscono parte integrante (Allegato n.6).



Parametro	U. M.	Terreno S1- C1 (0,00- 1,00m)	Terreno S1- C2 (3,50- 4,50m)	Terreno S1- C3 (4,00- 8,00m)	Terreno S2- C1 (0,00- 1,00m)	Terreno S2- C2 (3,50- 4,50m)	Terreno S2- C3 (4,00- 8,00m)	Terreno S3- C1 (0,00- 1,00m)	Terreno S3- C2 (3,50- 4,50m)	Terreno S4- C1 (0,00- 1,00m)	Terreno S4- C2 (3,50- 4,50m)	Terreno S4- C3 (4,00- 8,00m)	Terreno S5- C1 (4,00- 8,00m)	LR	CSC Siti uso Res Verde	CSC Siti uso Com- Ind
Scheletro	% s.s.	58	26,9	34,6	20,2	16,7	16,5	35,2	31,2	13,7	23,7	20,2	29,5	0,1		
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	97,6	97,8	92,7	96,8	95,5	95,6	97,9	98,5	97,1	97,8	94,3	96,1	0,1		
<b>COMPOSTI INORGANICI</b>																
Arsenico	mg/Kg s.s.	4	7	5	9	14	8	6	8	12	7	6	4	1	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,12	0,28	0,19	0,36	0,38	0,29	0,24	0,35	0,32	0,27	0,21	0,18	0,05	<b>2</b>	<b>15</b>
Cobalto	mg/Kg s.s.	3,2	7,6	4,4	9,3	12,9	10,8	6,3	8,5	11,4	6,9	5,1	5,1	0,5	<b>20</b>	<b>250</b>
Cromo totale	mg/Kg s.s.	14,5	26,4	17,8	35,7	39,3	45,3	23,6	35,3	42	24,9	17,5	20,2	0,5	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	<b>2</b>	<b>15</b>
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,022	0,04	0,009	0,067	0,035	0,039	0,038	0,02	0,036	0,056	0,013	0,017	0,005	<b>1</b>	<b>5</b>
Nichel	mg/Kg s.s.	11,9	34	15,6	29,5	40,3	38,3	24,9	52,4	31,9	33,1	21,5	16,8	0,5	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s.	22	9	5	26	13	10	9	10	16	10	6	5	1	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s.	9	15,2	8,5	21,3	18,7	46,2	12,4	18,8	16,5	16,7	10,5	8,4	0,5	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s.	28	37,2	24,9	65,6	63,2	60	31,6	40,6	55,8	59,4	28,2	25,7	0,5	<b>150</b>	<b>1500</b>
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>																
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	<b>0,1</b>	<b>2</b>
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	<b>0,5</b>	<b>50</b>
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	<b>0,5</b>	<b>50</b>
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	<b>0,5</b>	<b>50</b>
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	<b>0,5</b>	<b>50</b>
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	<b>1</b>	<b>100</b>
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>																
Naftalene	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	0,02	0,01	< 0,01	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01		
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01		
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01		
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01		
Fenantrene	mg/Kg s.s.	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01		
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01		
Fluorantene	mg/Kg s.s.	0,04	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01		
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	0,03	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>5</b>	<b>50</b>
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	0,03	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,5</b>	<b>10</b>
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	0,03	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>5</b>	<b>50</b>
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	0,03	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,5</b>	<b>10</b>
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,5</b>	<b>10</b>
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,1</b>	<b>10</b>
Indeno(1,2,3-cd)pirene (G)	mg/Kg s.s.	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,1</b>	<b>5</b>
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,1</b>	<b>10</b>
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,1</b>	<b>10</b>
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,1</b>	<b>10</b>
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,1</b>	<b>10</b>
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,1</b>	<b>10</b>
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>0,1</b>	<b>10</b>
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	0,18	< 0,01	< 0,01	0,15	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>IDROCARBURI</b>																
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	36	7	< 5	8	9	11	8	6	10	11	< 5	< 5	5	<b>50</b>	<b>750</b>
<b>ALTRE SOSTANZE</b>																
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	100	<b>1000</b>	<b>1000</b>



## 2.6. Parametri geotecnici desunti dalle prove S.P.T.

Per avere una conoscenza accurata del sottosuolo e per ottenere le caratteristiche geotecniche del terreno in corrispondenza dell'intervento in progetto è stata condotta una campagna di indagini geognostiche.

Il riconoscimento delle caratteristiche geologiche permette di definire l'assetto stratigrafico dei terreni presenti nell'area investigata. Vengono, infatti, individuate le singole unità litologiche e le loro caratteristiche geotecniche.

Di seguito si riportano le correlazioni utilizzate per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni dalle prove S.P.T. effettuate durante l'indagine.

- Densità relativa: determinata secondo le indicazioni riportate nella seguente tabella sia definendo con un aggettivo il grado di addensamento (**Terzaghi-Peck**) sia individuando il corrispondente valore numerico (**Gibbs-Holtz**).

N <sub>SPT</sub> colpi/30 cm	DENSITA' RELATIVA	
	Terzaghi-Peck (1948)	Gibbs-Holtz (1957)
0-4	Sciolto	0-15 %
4-10	Poco addensato	15-35 %
10-30	Moderatamente addensato	35-65 %
30-50	Addensato	65-85 %
> 50	Molto addensato	85-100 %

- Angolo di attrito efficace: determinato utilizzando la correlazione per terreni granulari "PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)".

Terreni granulari							
N <sub>SPT</sub>	φ (°)	N <sub>SPT</sub>	φ (°)	N <sub>SPT</sub>	φ (°)	N <sub>SPT</sub>	φ (°)
5	28,0	30	36,0	55	41,8	80	44,5
10	30,0	35	37,3	60	42,5	85	44,8
15	31,5	40	38,5	65	43,3	90	45,0
20	33,0	45	39,8	70	44,0	95	45,0
25	34,5	50	41,0	75	44,3	100	45,0

- Coesione non drenata: La coesione non drenata è stata determinata utilizzando la correlazione di **Terzaghi & Peck (1948-1967)**, valida solo per le argille di media



plasticità, in cui la coesione non drenata è calcolata in funzione del numero di colpi  $N_{SPT}$  ed è espressa in  $\text{kg/cm}^2$ .

$$c_U = 0.067 \times N_{SPT}$$

Terreni coesivi							
$N_{SPT}$	$C_u$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$N_{SPT}$	$C_u$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$N_{SPT}$	$C_u$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$N_{SPT}$	$C_u$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
2	0,13	12	0,75	22	1,38	32	2,00
4	0,25	14	0,88	24	1,50	34	2,13
6	0,38	16	1,00	26	1,63	36	2,25
8	0,50	18	1,13	28	1,75	38	2,38
10	0,63	20	1,25	30	1,88	40	2,50

Di seguito si riportano altre correlazioni, che permettono di calcolare la coesione non drenata (espressa in  $\text{kg/cm}^2$ ) in funzione del numero di colpi  $N_{SPT}$ , per diversi gradi di plasticità del terreno.

**Design manual for soil mechanics:**

Per le argille a bassa plasticità:  $C_u = 0.038 \times N_{SPT}$

Per le argille a media plasticità:  $C_u = 0.074 \times N_{SPT}$

Per le argille ad alta plasticità:  $C_u = 0.125 \times N_{SPT}$

**Sanglerat:**

Per le argille a media plasticità:  $C_u = 0.125 \times N_{SPT}$

Per le argille limose:  $C_u = 0.100 \times N_{SPT}$

Per le argille limo-sabbiose:  $C_u = 0.067 \times N_{SPT}$

**Shioi & Fukui:**

Per le argille a media plasticità:  $C_u = 0.025 \times N_{SPT}$

Per le argille ad alta plasticità:  $C_u = 0.050 \times N_{SPT}$

- Modulo di deformazione drenato: determinato utilizzando la correlazione per terreni granulari "D'APPOLONIA et Al. (1970)".

SABBIE e GHIAIE N.C. (normalmente consolidate)							
$N_{SPT}$	$E'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$N_{SPT}$	$E'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$N_{SPT}$	$E'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$N_{SPT}$	$E'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
5	229,8	30	422,6	55	615,3	80	808,1
10	268,4	35	461,1	60	653,9	85	746,6
15	306,9	40	499,7	65	692,4	90	885,2
20	345,5	45	538,2	70	731,0	95	923,7
25	384,0	50	576,8	75	769,5	100	962,3

- Peso di volume: stimato utilizzando le seguenti correlazioni:



**TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967):** correlazione valida per peso specifico del materiale ( $G$ ) pari a circa  $2,65 \text{ t/m}^3$  e per indici dei vuoti ( $e$ ) variabile da 1 a  $1/3$ .

$N_{SPT}$	$\gamma_{SAT}$ ( $\text{t/m}^3$ )	$\gamma_D$ ( $\text{t/m}^3$ )	$N_{SPT}$	$\gamma_{SAT}$ ( $\text{t/m}^3$ )	$\gamma_D$ ( $\text{t/m}^3$ )	$N_{SPT}$	$\gamma_{SAT}$ ( $\text{t/m}^3$ )	$\gamma_D$ ( $\text{t/m}^3$ )	$N_{SPT}$	$\gamma_{SAT}$ ( $\text{t/m}^3$ )	$\gamma_D$ ( $\text{t/m}^3$ )
0	1,83	1,33	25	2,02	1,64	50	2,15	1,85	75	2,20	1,93
5	1,88	1,41	30	2,05	1,69	55	2,16	1,87	80	2,21	1,95
10	1,93	1,50	35	2,08	1,73	60	2,17	1,88	85	2,23	1,97
15	1,96	1,54	40	2,10	1,77	65	2,18	1,90	90	2,24	1,99
20	1,99	1,59	45	2,13	1,81	70	2,19	1,92	95	2,24	1,99

**TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967):** correlazione valida per peso specifico del materiale ( $G$ ) pari a circa  $2,70 \text{ t/mc}$ .

$N_{SPT}$	$\gamma_{SAT}$ ( $\text{t/m}^3$ )	$W$ (%)	$E$ (-)	$N_{SPT}$	$\gamma_{SAT}$ ( $\text{t/m}^3$ )	$W$ (%)	$E$ (-)	$N_{SPT}$	$\gamma_{SAT}$ ( $\text{t/m}^3$ )	$W$ (%)	$E$ (-)
0	1,60	68	1,833	10	1,90	33	0,892	20	2,02	25	0,667
2	1,75	47	1,267	12	1,92	31	0,842	22	2,04	23	0,628
4	1,80	42	1,125	14	1,95	29	0,795	24	2,07	22	0,591
6	1,85	37	1,000	16	1,97	28	0,750	26	2,09	21	0,556
8	1,87	35	0,945	18	2,00	26	0,708	28	2,10	20	0,545

Dove:

- $\gamma_{SAT}$  [ $\text{t/m}^3$ ]: peso di volume saturo;
- $\gamma_D$  [ $\text{t/m}^3$ ]: peso di volume secco;
- $W$  [%]: umidità %;
- $e$  [-]: indice vuoti.

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

### SONDAGGIO S1

Profondità (m)	Valori S.P.T.	$N_{SPT}$ colpi/30 cm	TERRENI GRANULARI				
			$D_r$ (%)	$\phi$ (°)	$E'$ ( $\text{Kg/cm}^2$ )	$\gamma_{SAT}$ ( $\text{t/m}^3$ )	$\gamma_D$ ( $\text{t/m}^3$ )
3.00÷3.45	8/9/10	19	48.5	32.7	338	1.98	1.58
6.00÷6.45	9/15/29	44	79.0	39.5	531	2.12	1.8
9.00÷9.45	12/18/35	53	86.1	41.5	600	2.16	1.86
12.00÷12.45	R(3)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
15.00÷15.45	R(10)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
18.00÷18.45	R(5)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
21.00÷21.45	R(8)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85



24.00÷24.45	R(9)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
27.00÷27.45	R(3)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
30.00÷30.45	R(6)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
33.00÷33.45	R(6)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85

### SONDAGGIO S2-DH

Profondità (m)	Valori S.P.T.	N <sub>SPT</sub> colpi/30 cm	TERRENI GRANULARI				
			Dr (%)	φ (°)	E' (Kg/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>SAT</sub> (t/m <sup>3</sup> )	γ <sub>D</sub> (t/m <sup>3</sup> )
3.00÷3.45	7/7/8	15	42.5	31.5	307	1.96	1.54
6.00÷6.45	8/8/9	17	45.5	32.1	322	1.97	1.56
9.00÷9.45	8/7/9	16	44.0	31.8	315	1.97	1.55
12.00÷12.45	9/8/10	18	47.0	32.4	330	1.98	1.57
15.00÷15.45	8/7/6	13	39.5	30.9	292	1.95	1.53
18.00÷18.45	38/45/R(10)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
21.00÷21.45	R(9)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
24.00÷24.45	35/R(15)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
27.00÷27.45	R(5)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
30.00÷30.45	R(7)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
33.00÷33.45	R(12)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85

### SONDAGGIO S3

Profondità (m)	Valori S.P.T.	N <sub>SPT</sub> colpi/30 cm	TERRENI GRANULARI				
			Dr (%)	φ (°)	E' (Kg/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>SAT</sub> (t/m <sup>3</sup> )	γ <sub>D</sub> (t/m <sup>3</sup> )
3.00÷3.45	9/R(3)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
6.00÷6.45	36/R(6)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
9.00÷9.45	25/21/18	39	74.0	38.3	492	2.1	1.76
12.00÷12.45	39/26/R(5)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
15.00÷15.45	45/R(7)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
18.00÷18.45	R(10)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
21.00÷21.45	R(5)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
24.00÷24.45	R(8)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85

### SONDAGGIO S4

Profondità (m)	Valori S.P.T.	N <sub>SPT</sub> colpi/30 cm	TERRENI GRANULARI				
			Dr (%)	φ (°)	E' (Kg/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>SAT</sub> (t/m <sup>3</sup> )	γ <sub>D</sub> (t/m <sup>3</sup> )
3.00÷3.45	R(9)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
6.00÷6.45	26/47/R(5)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
9.00÷9.45	R(12)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
12.00÷12.45	R(9)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
15.00÷15.45	R(5)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
18.00÷18.45	R(7)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
21.00÷21.45	R(3)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
24.00÷24.45	R(5)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85

**SONDAGGIO S5**

Profondità (m)	Valori S.P.T.	N <sub>SPT</sub> colpi/30 cm	TERRENI GRANULARI				
			Dr (%)	$\phi$ (°)	E' (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_{SAT}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_D$ (t/m <sup>3</sup> )
3.00÷3.45	2/4/8	12	38.0	30.6	284	1.94	1.52
6.00÷6.45	1/2/9	11	36.5	30.3	276	1.94	1.51
9.00÷9.45	10/8/4	12	38.0	30.6	284	1.94	1.52
18.00÷18.45	21/45/RR(5)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
21.00÷21.45	R(8)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85
24.00÷24.45	47/R(5)	Rifiuto	>85.0	>41.0	>577	>2.15	>1.85



### **3. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

Le prove sono state eseguite in data 23/10/2017 con penetrometro statico/dinamico tipo Pagani TG 73-200 KN, 6x6, montato su semovente gommato, secondo le procedure ISSMF del 1998 ed in conformità alle attuali norme A.G.I.

La prova penetrometrica dinamica è una prova a carattere puntuale che consiste nell'infissione alternata, nei depositi da indagare, di una batteria di aste interne aventi diametro di 32,0÷34,0 mm (penetrometro Super pesante PAGANI TG 73/200) dotate in testa di una punta conica e di un eventuale rivestimento esterno di diametro 48,0 mm

L'energia di infissione è fornita da un maglio del peso di 73,0 kg che cade da un'altezza costante di 75,0 cm, per mezzo di un dispositivo di sganciamento automatico compiendo per ogni battuta un lavoro specifico pari a 234 kj/mq. Durante la prova si rileva il numero di colpi necessari per la penetrazione di 30.0 cm della punta ed alternativamente del rivestimento.

La buona diffusione di questo tipo di prova e la sua standardizzazione consentono di ottenere una significativa caratterizzazione dei terreni attraversati, nonché un'attendibile identificazione dei principali parametri geotecnici, mediante l'utilizzo delle principali correlazioni presenti in bibliografia. Il campo di utilizzazione della prova è molto vasto, potendo essere eseguita praticamente in tutti i tipi di terreno coesivo o granulare (dalle argille alle ghiaie). La prova dinamica fornisce una valutazione qualitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati.

I parametri geomeccanici del terreno possono essere ricavati da relazioni empiriche proposte da vari autori correlando il numero di colpi del penetrometro con quelli della prova SPT, oppure correlando la resistenza  $R_{pd}$  alla resistenza alla punta  $q_c$  ottenuta con le prove penetrometriche statiche CPT. Per le prove si è suddiviso il terreno indagato in livelli caratterizzati da valori di  $N_{30}$  relativamente costanti per tutto lo spessore dello strato; per ogni livello ottenuto sono stati calcolati i principali parametri geotecnici medi associati agli strati utilizzando le correlazioni empiriche proposte da vari autori.

Le tabelle penetrometriche con indicazione dei valori  $N_{dp}$  (numero di colpi della punta per un avanzamento di 30.0 cm), nonché i relativi diagrammi penetrometrici sono riportati in Allegato n.4, e costituiscono parte integrante della presente relazione.



## 4. INDAGINI GEOFISICHE

### 3.1 Prova sismica con metodo Down Hole

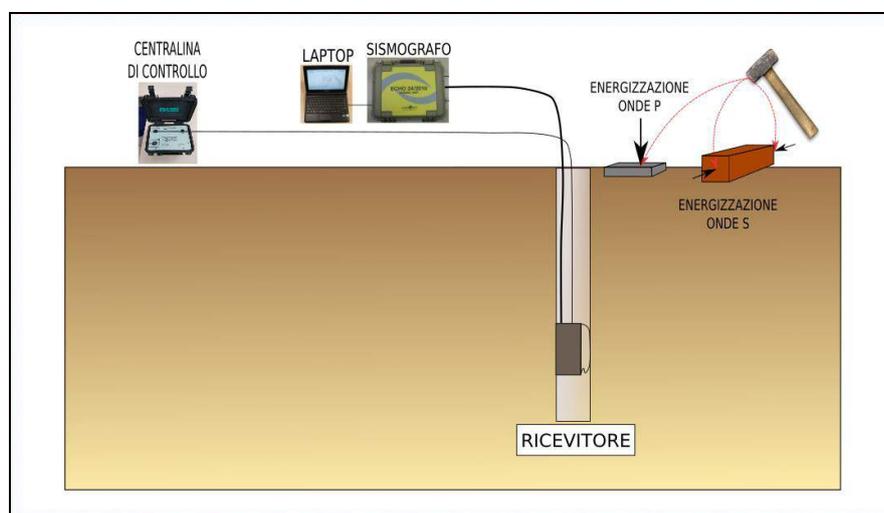
La campagna geofisica è consistita nell'esecuzione di 1 down hole della profondità di 35,0 m realizzati nel foro di sondaggio denominato S2-DH. Nei paragrafi seguenti sono sinteticamente descritti la metodologia di indagine utilizzata, la strumentazione, la metodologia di elaborazione e i risultati ottenuti.

#### 3.1.1 Metodologia di indagine

La prova down hole consiste nella misurazione dei tempi di arrivo di impulsi sismici generati in superficie ad un ricevitore posto all'interno di un foro di sondaggio verticale, adeguatamente predisposto con apposita tubazione.

La prova consente la misura diretta delle velocità di propagazione  $V_p$  delle onde di compressione (onde P) e  $V_s$  delle onde di taglio (onde S) e la determinazione dei parametri elastici dei terreni in condizioni dinamiche.

La procedura di indagine prevede di calare in foro e bloccare la sonda sismica in corrispondenza del primo punto di misura, solitamente alla massima profondità. Si procede all'energizzazione e registrazione degli impulsi sismici per le onde P (impulso verticale su piastra di alluminio), poi per le onde SH (impulso parallelo alla superficie topografica su trave di legno o piastrino in cls armato) sia per la fase SX sia per la fase opposta SY. Nel caso di segnale debole o disturbato è possibile sommare più registrazioni per ottenere una migliore definizione dei treni d'onda P e SH.



- Schema della geometria di energizzazione -



La sonda sismica viene quindi sbloccata e portata al punto di prova successivo dove è ripetuta la sequenza sopra descritta.

Nel caso specifico le prove sismiche sono state effettuate a intervalli di 1 metro per tutta la lunghezza del foro attrezzato con tubo in pvc.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde sismiche) sia per le onde P che per le onde SH, con intervalli verticali di 1 metro. È possibile inoltre determinare parametri geotecnici/geomeccanici dinamici quali il modulo elastico dinamico, il modulo di taglio dinamico e il modulo Bulk.

### *3.1.2 Strumentazione*

Il sistema di acquisizione è costituito da un sismografo multicanale ECHO 24/2010 Ambrogeo, munito di contenitore in ABS a tenuta stagna da campo, conversione A/D a 24 bit, tempo di campionamento da 32 microsec a 960 millisc su 24+1 canali e lunghezza registrazione estesa fino a 1600 campioni. Lo strumento è collegato ad una sonda (modello DHTG 50), al cui interno sono alloggiati tre geofoni da 10Hz, orientati secondo tre assi ortogonali tra loro che consentono l'individuazione dei primi arrivi di onde P e onde S. La sonda è resa solidale con la tubazione di rivestimento del foro tramite un dispositivo di bloccaggio elettromeccanico controllato dall'operatore tramite centralina.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea sui 3 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite sensore starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

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



La tubazione di rivestimento ha sezione circolare in PVC, 90 mm e diametro interno compreso fra 75 mm. Gli spezzoni da 3 metri vengono assemblati mediante filettatura M/F. La tubazione dopo la posa è resa solidale con il terreno circostante mediante cementazione dal fondo dell'intercapedine perforo/tubazione.

Il sistema di energizzazione è costituito da una mazza battente manovrata a mano (mazza da 6 kg), agente a percussione in diverse direzioni su trave di legno, resa solidale al terreno e su una piastra quadrata di alluminio. Il tempo zero viene rilevato tramite sensore accelerometrico montato sulla mazza e collegato al sismografo tramite cavo elettrico.

### 3.1.3 Elaborazione

L'elaborazione è stata effettuata con software dedicati (Front End 7.1 e PS LOG 8.3) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di effettuare il picking dei primi arrivi delle onde P ed S, inoltre consente il confronto tra i sismogrammi SX ed SY allo scopo di poter evidenziare i primi arrivi delle onde di taglio (SH).

Nella fase successiva viene diagrammato l'andamento dei primi arrivi (onde P e onde S) alle varie profondità in funzione del tempo ( $t_{corr}$ ), tenuto conto della correzione dovuta alla distanza tra i punti di energizzazione e boccaforo. La procedura di interpretazione si basa sulla tipologia a raggio rettilineo a metodo diretto, con correzione operata per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde:

$$t_{corr} = t_{oss} \times \cos(\arctan r/z)$$

Dove  $t_{oss}$  è il tempo del primo arrivo,  $z$  è la profondità di investigazione,  $r$  è la distanza del punto di energizzazione da boccaforo.

Nota la velocità delle onde P ed S è possibile determinare, in funzione della densità, i parametri geotecnici quali il coefficiente di Poisson, il modulo elastico dinamico e il modulo di taglio dinamico.

In conclusione per ogni down-hole sono stati determinati i moduli dinamici con passo di 1 metro, applicando le correlazioni di bibliografia di seguito riportate:



*Coefficiente di Poisson ( $\nu$ )*

$$\nu = \frac{1 \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}{2 \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}$$

Dove  $V_p$  e  $V_s$  sono rispettivamente le velocità delle onde compressione (p) e di taglio (s) riferite alla quota di misura.

*Modulo di Taglio ( $G$ )*

$$G = \frac{\gamma}{g} V_s^2$$

Dove  $\gamma$  è la densità del materiale, e  $g$  l'accelerazione di gravità.

*Modulo di Young ( $E$ )*

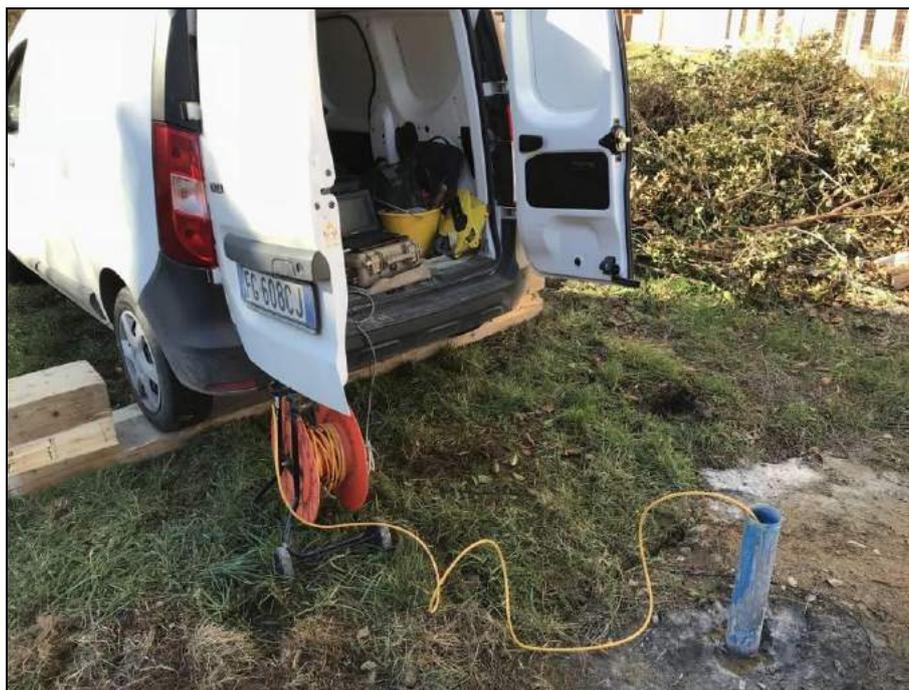
$$E = 2G(1 + \nu)$$

*Modulo Bulk ( $K$ )*

$$K = \frac{E}{3(1 - 2\nu)}$$

### 3.1.4 Risultati

L'analisi dei record sismici ha consentito di determinare le velocità  $V_p$  e  $V_s$ , i relativi parametri geotecnici dinamici e il valore di  $V_{s30}$  per la prova down hole realizzata. Di seguito sono riportati i tabulati relativi ai parametri elaborati. Inoltre, è stata individuata una suddivisione sismostratigrafica e stimato il valore di  $V_{s30}$ .



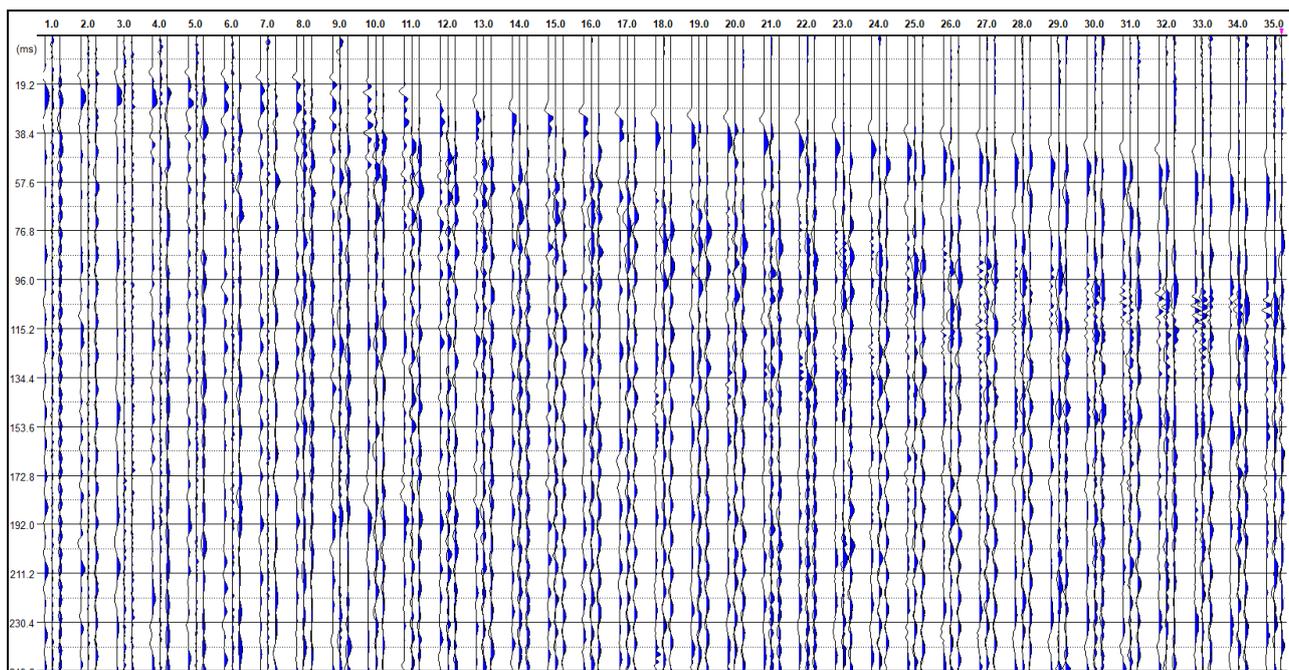
- Strumentazione installata in sito -

Prof. (m da p.c.)	Ts (msec)	Vs (m/sec)	Tp (msec)	Vp (m/sec)	Poisson	G0 (GPa)	Ed (GPa)	Bulk (GPa)
1	17.623	---	10.894	---	---	---	---	---
2	20.346	161	11.214	293	0.282	0.047	0.12	0.092
3	22.269	---	11.535	---	---	---	---	---
4	24.351	250	12.015	618	0.402	0.118	0.332	0.568
5	27.235	---	12.015	---	---	---	---	---
6	29.157	---	12.816	---	---	---	---	---
7	31.721	---	13.617	---	---	---	---	---
8	33.803	---	14.258	---	---	---	---	---
9	35.886	---	14.899	---	---	---	---	---
10	37.808	---	16.661	---	---	---	---	---
11	40.692	---	18.744	---	---	---	---	---
12	42.935	---	19.865	---	---	---	---	---
13	46.139	---	21.628	---	---	---	---	---
14	50.945	---	23.07	---	---	---	---	---
15	57.354	338	24.191	763	0.378	0.24	0.662	0.902
16	63.441	164	26.113	516	0.444	0.051	0.147	0.437
17	66.966	---	27.395	---	---	---	---	---
18	68.888	---	27.555	---	---	---	---	---
19	71.131	---	28.517	---	---	---	---	---
20	73.694	---	29.318	---	---	---	---	---
21	74.656	---	29.958	---	---	---	---	---
22	76.258	---	30.599	---	---	---	---	---
23	78.501	---	31.56	---	---	---	---	---
24	81.064	---	32.602	---	---	---	---	---

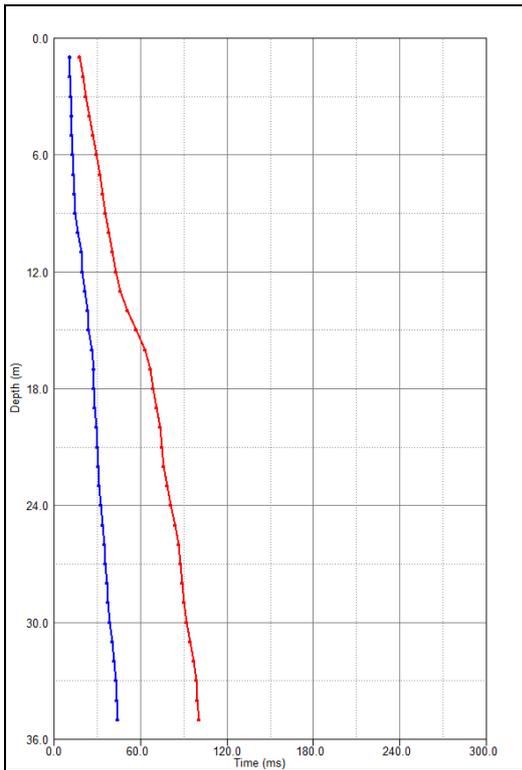


Prof. (m da p.c.)	Ts (msec)	Vs (m/sec)	Tp (msec)	Vp (m/sec)	Poisson	G0 (GPa)	Ed (GPa)	Bulk (GPa)
25	83.948	---	33.643	---	---	---	---	---
26	86.511	---	34.684	---	---	---	---	---
27	87.793	---	35.726	---	---	---	---	---
28	89.074	---	36.767	---	---	---	---	---
29	90.035	---	37.328	---	---	---	---	---
30	92.278	---	38.93	---	---	---	---	---
31	94.201	489	40.692	1067	0.367	0.503	1.374	1.719
32	96.764	---	41.854	---	---	---	---	---
33	98.687	---	42.695	---	---	---	---	---
34	99.327	---	43.536	---	---	---	---	---
35	100.609	645	43.896	1228	0.31	0.872	2.285	2.003

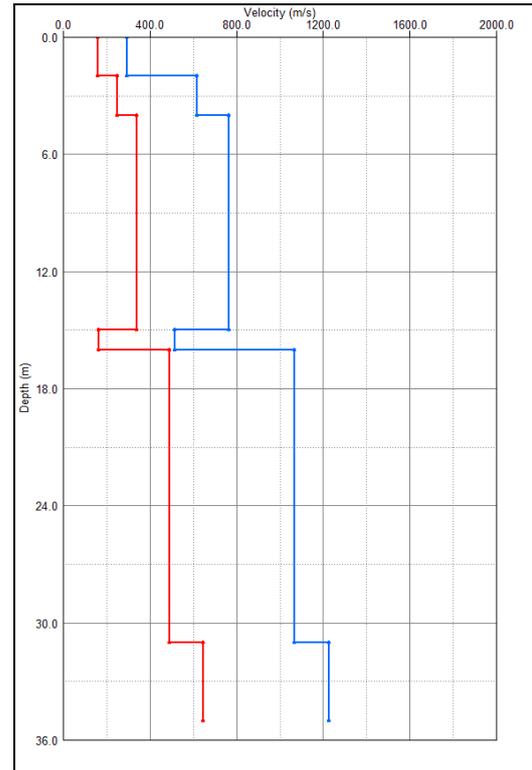
- Tabulato -



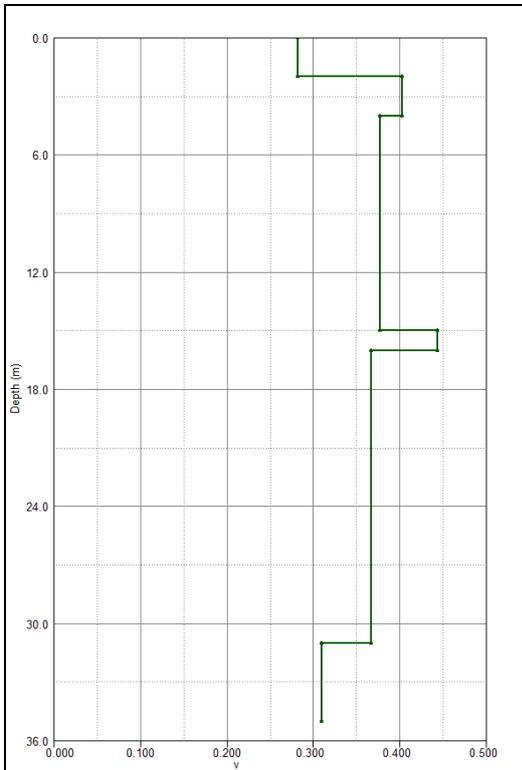
- Record sismici -



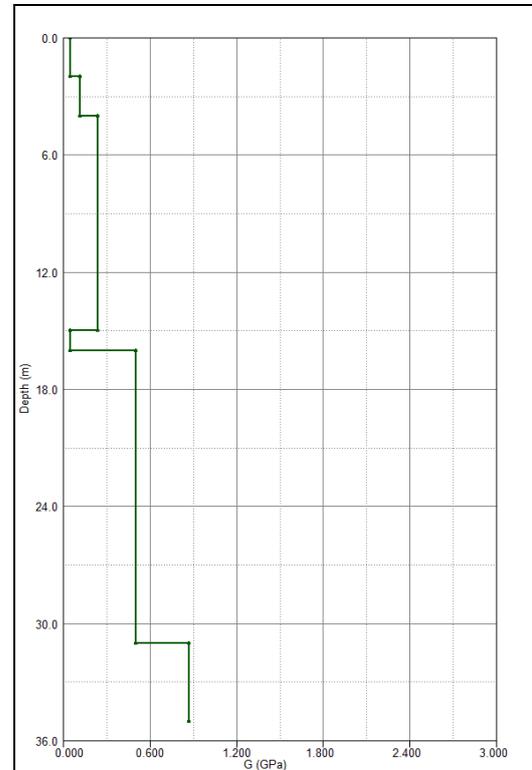
- Dromocrone onde P (blu) e S (rosso) -



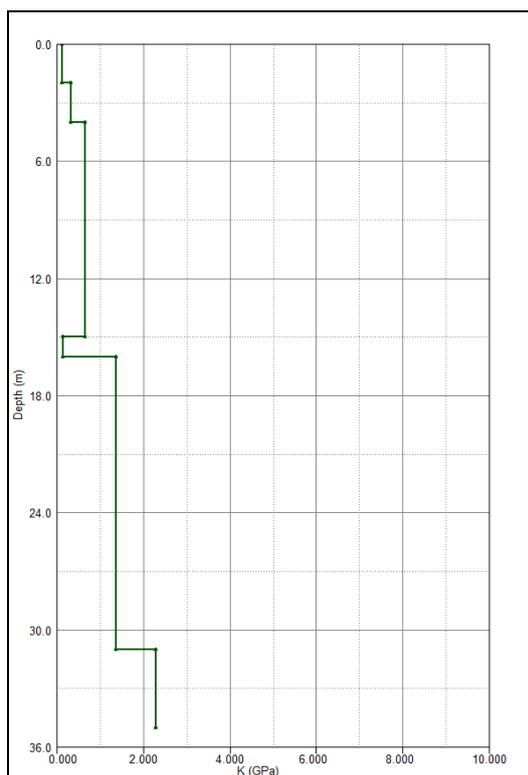
- Velocità onde P (blu) e S (rosso) -



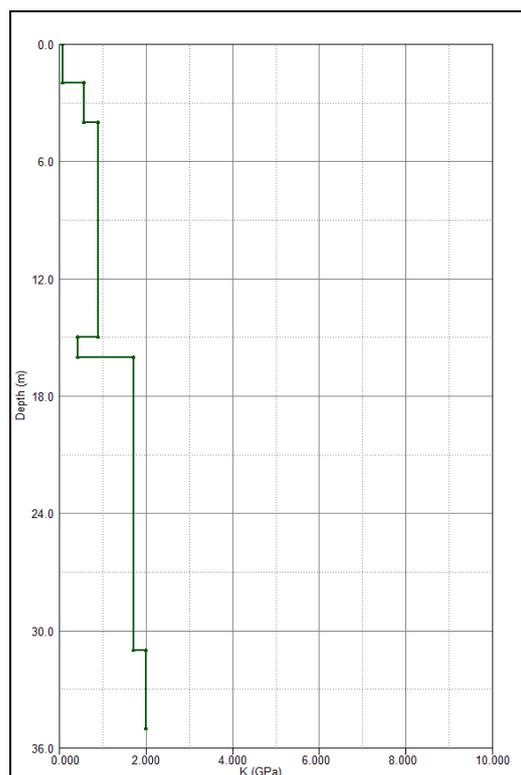
- Coefficiente di Poisson -



- Modulo Taglio dinamico ( $G$ ) -



- Modulo Elastico dinamico (E) -

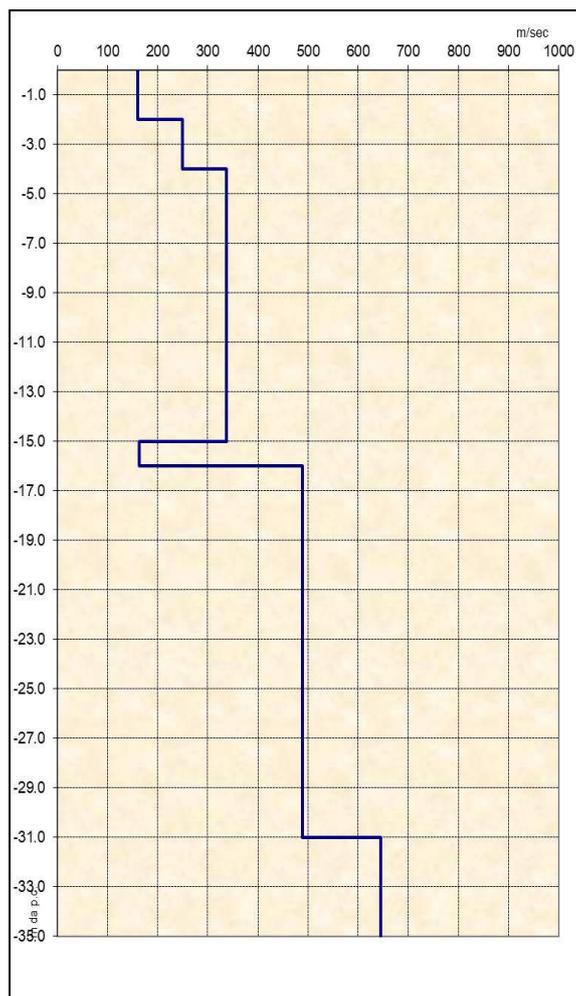


- Modulo Bulk dinamico (K) -

PROFONDITÀ SISMOSTRATO (m)	SPESSORE SISMOSTRATO (m)	VELOCITÀ Onde P (m/sec)	VELOCITÀ Onde S (m/sec)
-2.0	2.0	293	161
-4.0	2.0	618	250
-15.0	11.0	763	338
-16.0	1.0	516	164
-31.0	15.0	1067	489
-35.0	4.0	1228	645
$V_{S30}$ 413 m/sec		CATEGORIA SOTTOSUOLO B	

- Tabella sismostratigrafica riepilogativa -

Il valore di  $V_{S30}$  è calcolato a partire da -5,0 m rispetto all'attuale p.c.



- Colonna sismostratigrafica Vs -

### 3.2 Indagine geoelettrica con elaborazione tomografica

Nel mese di novembre 2017 è stata eseguita una campagna geofisica con metodo geoelettrico con elaborazione tomografica nei pressi di via S. Andrea a Monza, nell'area dell'Ex cinema Maestoso e parcheggio adiacente.

L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di definire le caratteristiche geoelettriche dei terreni fino ad una profondità massima di circa 13 metri da piano campagna.

A tal scopo sono state realizzate 11 linee geoelettriche per una lunghezza complessiva di 827.8 m.

Nei paragrafi successivi sono sinteticamente descritte la metodologia di indagine, la strumentazione utilizzata, la metodologia di elaborazione e i risultati ottenuti.



### 3.2.1 Metodologia di indagine

La prospezione geoelettrica è un metodo di indagine geofisico che consente l'individuazione delle variazioni di conducibilità elettrica nel sottosuolo in funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati, permettendo la definizione di unità elettrostratigrafiche e l'individuazione di strutture sepolte.

L'indagine è realizzata disponendo secondo geometrie predefinite (linee rette, loop, linee incrociate ecc.) una serie di picchetti di acciaio collegati tra loro da cavi multicanale, tramite i quali è immessa corrente nel terreno, generando quindi un campo elettrico; simultaneamente sono registrate le variazioni di potenziali indotte. La successiva elaborazione tomografica consente di stimare la distribuzione della resistività (grandezza inversa della conducibilità elettrica) nel terreno tramite un processo matematico di regressione che utilizza algoritmi di calcolo capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza.

Nella presente campagna sono stati eseguiti 11 stendimenti con un numero di elettrodi variabili tra 32 e 77 e spaziatura interelettrodica di 1,5/1,7 m, in funzione degli spazi disponibili. Tale interdistanza è stata scelta per soddisfare le condizioni principali del lavoro:

- ottenere una risoluzione sufficiente a definire caratteristiche geoelettriche e rapporti geometrici tra i terreni indagati, con particolare attenzione alla definizione di zone con eventuale presenza di cavità o altre condizioni anomale.
- Raggiungere la profondità significativa per lo scopo dell'indagine.

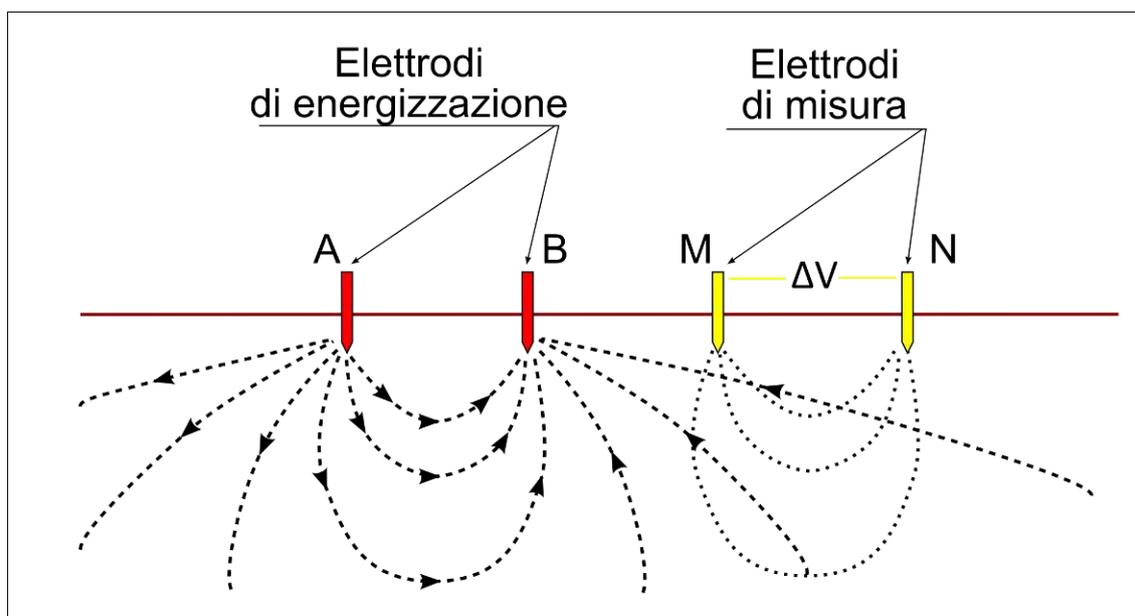
Gli stendimenti sono stati ubicati, in accordo con la Committenza, secondo una maglia regolare nella zona del parcheggio e in posizione perimetrale all'edificio del ex cinema maestoso, compatibilmente con gli spazi disponibili e con la logistica del sito, caratterizzata dalla presenza di strade, muri e recinzioni. Inoltre, per l'infissione della maggior parte degli elettrodi, è stato necessario realizzare fori passanti pavimentazioni di vario tipo (asfalto, autobloccanti, mattonelle in pietra) e solette in cemento.

Per un più efficace accoppiamento tra elettrodi e terreno è stata utilizzata una soluzione salina di acqua e cloruro di sodio.

Il metodo di prospezione utilizzato è il "Dipolo-Dipolo". Esso prevede l'uso di due dipoli distinti: uno per energizzare il terreno con corrente continua e l'altro per misurare la differenza di potenziale indotta.



Il principio fisico del metodo è così schematizzabile: una corrente elettrica è inviata nel mezzo da indagare tramite una coppia di elettrodi (elettrodi energizzanti), la risultante distribuzione di potenziale elettrico indotto è determinata tramite una seconda coppia di elettrodi (elettrodi di misura). Un voltmetro collegato agli elettrodi di misura consente la determinazione della differenza di potenziale agli elettrodi. Viene così rilevata ogni disomogeneità (corpi a diversa capacità di conduzione elettrica) presente nel mezzo investigato, poiché esso deflette le linee di corrente e distorce pertanto la normale distribuzione di potenziale elettrico. Misurando la caduta di potenziale su due punti si è in grado di determinare la resistività elettrica del mezzo moltiplicando il rapporto di caduta di potenziale/corrente per un coefficiente geometrico dipendente dalla posizione degli elettrodi sul terreno. Variando la posizione del dispositivo elettrodico sull'area da investigare si determina la distribuzione di resistività nel volume interessato dalla circolazione di corrente elettrica.



- Schema geoelettrico quadripolare Dipolo-Dipolo-

Nel metodo “Dipolo-Dipolo” i picchetti energizzanti (denominati A e B) sono disposti affiancati ai picchetti di misura (M-N). L'energizzazione viene eseguita su una coppia di picchetti fissa (A-B) mentre viene progressivamente allontanata la coppia di misura (M-N); raggiunti gli estremi dello stendimento, la coppia A-B viene tralata di un picchetto e ripetuta la precedente procedura di energizzazione. Per aumentare il numero delle misure e quindi migliorare la definizione dell'elaborazione la sequenza viene ripetuta aumentando progressivamente la distanza tra i due picchetti di misura.



La sequenza di spostamento dei picchetti è eseguita lungo tutto lo stendimento, ottenendo una serie di valori di resistività distribuiti con regolarità lungo linee orizzontali parallele disposte a profondità crescente a formare un trapezio con la base maggiore coincidente con la linea dello stendimento. La profondità di indagine è proporzionale alla tipologia e lunghezza dello stendimento oltre che alle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati; il grado di definizione è funzione dell'interdistanza elettrodica e delle caratteristiche dei materiali.

### 3.2.2 Strumentazione utilizzata

Per l'acquisizione dei dati tomografici è stato utilizzato un georesistivimetro multicanale M.A.E. X612 EM, dotato di elettrodi di tipo passivo.

Lo strumento è in grado di gestire la sequenza di misure e il cambiamento continuo degli elettrodi energizzanti e potenziometrici; può inoltre acquisire contemporaneamente i valori di potenziale su più coppie di misura così da aumentare significativamente la velocità di indagine.



- Georesistivimetro M.A.E. "X612 EM" -



Lo strumento è equipaggiato con software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione della geometria e metodologia di indagine;
- verifica delle condizioni di accoppiamento picchetti/terreno;
- immissione di corrente nel terreno con intensità, periodo, durata e sequenza opportune;
- azzeramento dei potenziali spontanei;
- misura della differenza di potenziale e verifica della qualità del dato tramite il calcolo della deviazione standard;
- visualizzazione grafica della pseudosezione e della deviazione standard delle singole misure;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione;
- individuazione e memorizzazione della posizione dello strumento tramite GPS integrato.



*- Strumentazione installata su pavimentazione in autobloccanti e su terreno -*



Il georesistivimetro gestisce contemporaneamente tutti gli elettrodi tramite cavi multicanale, in modo che ogni elettrodo possa essere utilizzato sia per immettere corrente nel terreno sia per misurare i valori di potenziale indotto.

### 3.2.3 Elaborazione

L'elaborazione tomografica è stata sviluppata con software dedicati (Res2Dinv ed ErtLab64 3D) che permettono di convertire le pseudosezioni, costruite sulla base dei valori di resistività apparente misurati, in sezioni riportanti i valori di resistività reale dei diversi materiali presenti nel sottosuolo. Per la restituzione grafica è stato utilizzato il software Surfer 9.

Si è proceduto a una prima fase di valutazione della qualità e della coerenza delle singole sezioni adottando un'analisi 2D, passando poi ad un'elaborazione congiunta in modalità 3D che ha consentito la ricostruzione volumetrica della distribuzione della resistività nei terreni.

La modalità di elaborazioni (2D e 3D) è sviluppata partendo dalla valutazione statistica della congruenza delle singole misure tramite verifica dello scostamento medio rispetto alle misure più prossime. Il software permettono di evidenziare ed eliminare le misure fuori media o fuori scala che potrebbero alterare l'elaborazione finale. Nell'indagine in oggetto tale procedura ha riguardato una percentuale esigua di valori incongrui, pertanto rimossi, dando indicazione di buona qualità dei dati acquisiti.

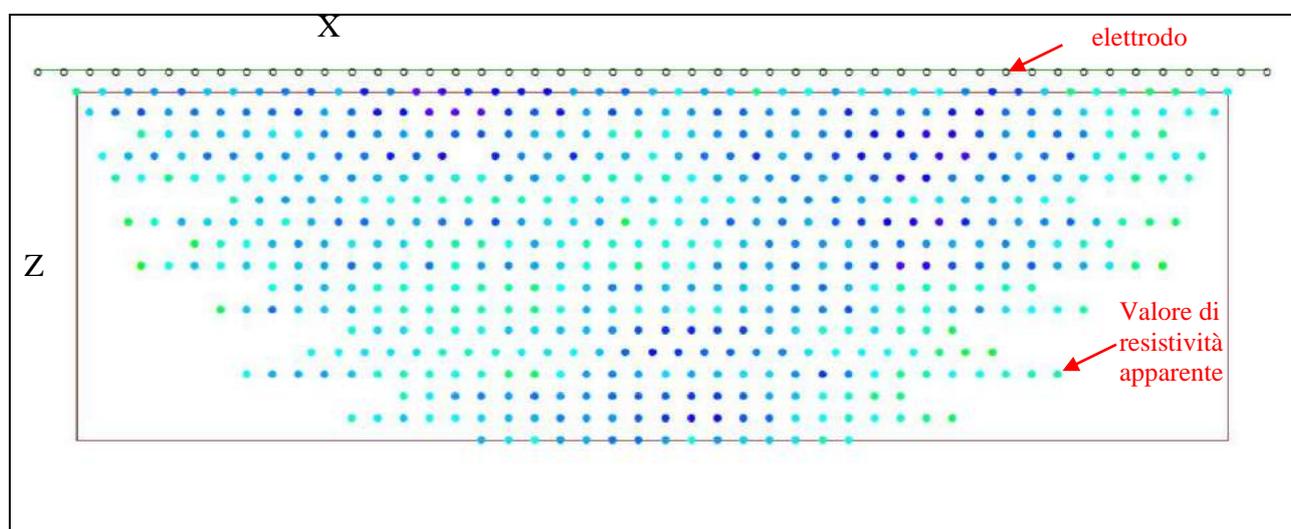
Nella fase successiva l'elaborazione ha richiesto l'applicazione di equazioni, parametri di inversione, ottimizzazione e smoothing specifici per la situazione geofisica/geologica riscontrata, tenuto anche conto di informazioni stratigrafiche e litologiche ricavata dalle stratigrafie di sondaggi a carotaggio continuo realizzati nell'ambito del medesimo progetto.

Quindi è stata realizzata un'elaborazione tomografica volumetrica rappresentante la distribuzione della resistività nel terreno per intervalli di valori che consentono di evidenziare i principali cambiamenti di resistività reale ai quali sono riconducibili variazioni fisiche nei terreni investigati.

In conclusione sono state restituite sezioni verticali ubicate in corrispondenza delle stese geoelettriche realizzate. Per l'area del parcheggio, dove la maglia era sufficientemente fitta, sono state restituite anche sezioni orizzontali a varie profondità da p.c.. Le sezioni geoelettriche realizzate sono riportate in Allegato n.4, che costituisce parte integrante della presente relazione.



Il livello di definizione dei risultati è soggetto ad un margine di errore intrinseco, funzione della spaziatura degli elettrodi e delle caratteristiche geometriche ed elettriche dei terreni e degli algoritmi di calcolo. Inoltre l'acquisizione dei dati, la loro elaborazione e conseguente restituzione implica necessariamente un maggior grado di imprecisione alla periferia delle sezioni e progressivamente crescente con la profondità, ottenendo una serie di valori di resistività distribuiti con regolarità lungo linee orizzontali parallele disposte a profondità crescente a formare un trapezio con la base maggiore coincidente con la linea dello stendimento. La profondità di indagine è proporzionale alla tipologia e lunghezza dello stendimento oltre che alle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati; il grado di definizione è funzione dell'interdistanza elettrodica e delle caratteristiche dei materiali.



- Ubicazione dei punti di misura in funzione della profondità (Stesa n. 10) -

Va ricordato che le sezioni interpretative mostrano una suddivisione elettrostratigrafica ricostruita sul differente comportamento elettrico dei terreni investigati. È quindi possibile che il passaggio da una unità elettrostratigrafica all'altra non corrisponda necessariamente ad un passaggio litologico netto.

### 3.2.4 Risultati

Gli stendimenti geoelettrici sono stati ubicati in corrispondenza delle aree accessibili lungo il perimetro dell'edificio (ex cinema Maestoso) e nel parcheggio adiacente, secondo la geometria riportata nelle tavole in Allegato n.4, per un totale di 827.8 m.



Lo studio della distribuzione della resistività nel volume di terreno indagato ha consentito di individuare 4 unità geoelettriche fino ad una profondità massima di circa 13.0 metri da piano campagna:

- **Unità conduttiva E1**, ha valori di resistività inferiori a 80 Ohm $\cdot$ m. Essa è correlabile con materiali di riporto di varia natura e con terreni aventi frazione fine e umidità progressivamente più significativa al decrescere della resistività.
- **Unità medio resistiva E2**, ha valori compresi tra 100 e 500 Ohm $\cdot$ m ed è associabile a materiali e a terreni naturali con una modesta frazione fine, da debolmente umidi a umidi.
- **Unità resistiva E3**, ha valori compresi tra 600 e 800 Ohm $\cdot$ m e risulta associata a materiali di riporto e a terreni naturali con una frazione fine ridotta o assente, da asciutti a debolmente umidi.
- **Unità alto resistiva E4**, ha valori maggiori di 800 Ohm $\cdot$ m circa ed è associabile terreni grossolani e/o debolmente cementati con frazione sostanzialmente assente, asciutti. Valori superiori a 1100-1200 Ohm $\cdot$ m possono essere indicativi di zone cementate con eventuale presenza di cavità. Le anomalie alto resistive prossime a p.c. sono correlabili a strutture antropiche sepolte o materiali di riporto grossolani.

### **Area parcheggio:**

Le sezioni verticali e orizzontali evidenziano a partire da p.c. un primo livello medio resistivo (unità E2) passante localmente a terreni più conduttivi. A partire da 2,0-3,0 m si nota un incremento progressivo della resistività (unità E3) che nel settore centrale e meridionale supera anche i 1000 (unità E4) Ohm $\cdot$ m. Tale "lente" alto resistiva si sviluppa in modo sostanzialmente continuo lungo una fascia allungata in senso Est-Ovest che si approfondisce fino a quasi -10 m da p.c.. Oltre questa profondità i valori di resistività tornano a diminuire (unità E2). Nel settore centro settentrionale dell'area invece si osserva fin quasi da p.c. un volume di terreno a resistività bassa (unità E1), anch'esso con andamento allungato in senso est-ovest ma che presenta un'estensione laterale minore rispetto a quello alto resistivo, pur raggiungendo la massima profondità indagata (circa 13 m).



---

### **Sezioni perimetrali all'edificio:**

La stesa 1, ubicata a nord dell'edificio, evidenzia un primo livello medio resistivo (E2) con spessori minimi (1-2 m) a ovest ma che tende ad approfondirsi verso E con un incremento netto della profondità a partire dal settore centrale della stesa. Alla base sono presenti terreni associabili all'unità più conduttiva (E1). Nel settore centrale, tra i 2 e 4 m di profondità da p.c., si osserva un'anomalia alto resistiva allungata in senso Est-Ovest ma di estensione limitata.

La stesa 6, a sud dell'edificio, è caratterizzata da una distribuzione sostanzialmente omogenea della resistività, infatti ad eccezione di un livello superficiale continuo, correlabile con l'unità E1, nel resto della sezione è presente esclusivamente l'unità E2 fino alla massima profondità indagata.

La stesa 7 presenta una distribuzione delle curve di iso-resistività paragonabile a quella della stesa 1, con terreni medio resistivi (unità E2) nei primi metri da p.c., passanti a valori più bassi all'aumentare della profondità. Si nota un graduale ma irregolare incremento del livello medio resistivo da nord verso sud. Si notano infine in prossimità del piano campagna anomalie resistive con distribuzione discontinua e spessore modesto (1-2 m).

La stesa 8 ha una distribuzione della resistività simile alla stesa 6, ma con una più discontinua presenza di terreni superficiali conduttivi (unità E1)

#### *3.2.5 Conclusioni*

L'indagine geofisica, eseguita con il metodo geoelettrico, ha permesso la definizione delle caratteristiche geoelettriche nel sito di indagine.

L'elaborazione geoelettrica tomografica, spinta fino a 13 m di profondità da piano campagna, evidenzia la presenza di terreni medio resistivi associabili a materiali grossolani sciolti (sabbie e ghiaie) con frazione fine in percentuale variabile e discrete caratteristiche geotecniche. Sono presenti passaggi laterali e verticali a volumi di terreni meno resistivi, ubicati principalmente nel settore nord dell'area indagata, correlabili a materiali caratterizzati da una maggior percentuale di frazione fine e di umidità. Le indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche), consentono di associare l'unità geoelettrica basso-resistiva a terreni con caratteristiche geotecniche da mediocri a localmente scarse.



---

Materiali più resistivi, presenti nei 4-5 m da p.c. in piccole “lenti” e in sottili livelli discontinui, sono rilevabili quasi esclusivamente lungo le stese perimetrali sui lati nord e ovest dell’area indagata.

Di particolare rilevanza per lo scopo dell’indagine risulta il volume da resistivo ad alto resistivo che si estende nel settore centro-sud del parcheggio. Esso si sviluppa a partire da circa 4 m di fino a circa 10 m di profondità, ed è caratterizzato da una forma lenticolare e sostanzialmente continua, allungata in senso Est-Ovest. Gli alti valori di resistività (800-1000 Ohm·m) sono associabili a terreni a granulometria grossolana asciutti, probabilmente cementati; valori ancora maggiori di resistività possono indicare volumi di terreni cementati vacuolari e/o con cavità di varie dimensioni.

Il contesto litostratigrafico, noto agli scriventi anche per rilievi geofisici e geognostici realizzati in zone limitrofe a quella di interesse, è denotato da una distribuzione irregolare e poco prevedibile di terreni a vario grado di cementazione che presentano geometrie e volumi alquanto variabili, sia con passaggi gradualmente che netti a materiali sciolti. Frequente risulta la presenza di fenomeni di dissoluzione che possono prendere l’aspetto di vacuoli più o meno diffusi nell’ammasso o di singole cavità più ampie, le quali possono essere parzialmente riempite da materiali fine.

Si ritiene pertanto che anche nel sito di studio si presenti una situazione litostratigrafica articolata, con transizioni sia orizzontali che verticali tra terreni aventi caratteristiche geotecniche e geofisiche significativamente differenti tra loro e con distribuzione irregolare.



## 5. SCHEDA TECNICA SONDA DI PERFORAZIONE E PENETROMETRO

### PERFORATRICE AUTOCARRATA PX 850 SU MERCEDES UNIMOG U500

#### UNITA' BASE

Telaio 4x4 mercedes Unimog U500  
Stabilizzatori idraulici per una perfetta stabilizzazione della macchina su ogni tipo di terreno.  
Cilindri di innalzamento mast.  
Cilindro di scorrimento mast 2500 mm

#### MAST

Azionamento tramite cilindro idraulico a catena Fleyer.  
Lunghezza 6000 mm Corsa utile 3700 mm  
Tiro max 6400 kg  
Spinta max 4500 kg

#### TESTA DI ROTAZIONE

Testa di rotazione comandata da cambio ZF41r meccanico a sei velocità azionato tramite motore idraulico a cilindrata fissa. La testa di rotazione è provvista di albero ammortizzato tramite molle elicoidali e testina di adduzione aria acqua.

Passaggio testa 92 mm  
Diametro albero 45 mm  
Diametro testina 45 mm



#### PRESTAZIONI A 250 BAR DI ESERCIZIO

Marcia	Velocità (rpm)	Coppia (kgm)
1	65	1180
2	120	638
3	160	474
4	310	250
5	500	160
6	1300	64

#### MORSA E SVITATORE + ESTRATTORE CORSA 600 mm ZHR10/25

Diametro min 50 mm



Diametro max 320mm  
Forzo di Chiusura 15000 kg  
Coppia svitatore 4500 kgm

### **ARGANO**

Tiro I° strato 3000 kg  
Capacità fune 50 m diam. 14 mm  
Velocità max 40 m/min

### **ARGANO WIRE LINE**

Capacità fune 800 m diam. 6 mm  
Tiro 500 kg  
Velocità fune 100 m/min

### **POMPA ACQUA**

Pompa Nenzi TR200 l/min P max 45 bar  
Pompa a vite tipo Bellini 500 litri

Prese registrazione parametri di perforazione  
Generatore 380/220Kw con quadro a norma e 4 prese  
Mola idraulica





## PENETROMETRO STATICO/DINAMICO PAGANI TG 73/200

### CPT

- Max pressione operativa [bar] 220
- Forza di infissione [kN] 200
- Forza di estrazione [kN] 250
- Velocità di infissione senza carico [cm/sec] 0 ÷ 16
- Velocità di estrazione senza carico [cm/sec] 0 ÷ 11
- Corsa [mm] 2000



### Ancoraggio

- Motori idraulici con riduttore 2
- Coppia [kgm] 500
- Sistema di ancoraggio: Telescopico
- Aste elicoidali Ø x L [mm]: Elicoidi Ø 300 - 400 - 500

DATI TECNICI		
Motore	Tipo	Diesel; 4 cil.
	Potenza [HP (kW) RPM]	36 (26.8) - 3600
	Raffreddamento	Acqua
Traslazione	Cingolato a trasmissione idrostatica	Gommato
	Velocità di traslazione [km/h]	0 ÷ 2.5
	Pendenza Max %	30
Pompa Idraulica	Numero di Pompe	4
	Max. pressione operativa [bar]	220
Stabilizzatori	Numero	3
	Tipo	Idraulico

**EX CINEMA MAESTOSO**  
**VIA SANT'ANDREA n.23, MONZA (MB)**

---

**ESECUZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA**  
**E GEOFISICA**

**STRATIGRAFIE SONDAGGI**



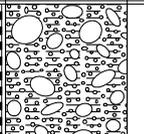
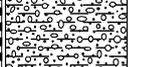


Committente: Eservice S.r.l.	Sondaggio: S1
Riferimento: Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)	Data: 30-31.10.17
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :100

## STRATIGRAFIA - S1

Pagina 2/2

ø mm	R v	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Campioni
								m	S.P.T.		
			21				Ghiaia e sabbia con ciottoli, localmente ciottolosa, da deb. limosa a limosa, localmente deb. argillosa, di colore marrone, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da sub arrotondati a sub angolosi, sfericità bassa, localmente media, Dmax=85-90 mm, Dmed=35-40 mm.	21,0	50/8cm	Rif	
			22				Negli intervalli 7.00+8.00 m, 9.00+9.50 m e 11.40+12.00 m, materiale molto lavorato dalle operazioni di perforazione. Da 15.50 m a 15.80 presenza di limo e sabbia fine alterata di colore ocra rossiccio.				
			23				Da 19.70 m a 20.00 aumento della frazione fine (ghiaia e sabbia con ciottoli, con limo, argillosa).				
			24		24.0	18.0	A 15.00 m e a 18.00 m presenza di trovanti di natura calcarea Lmax visibile=30+50 mm.	24,0	50/9cm	Rif	
			25				Sabbia ghiaiosa, localmente con ghiaia, limosa, localmente con limo, rari ciottoli (Dmax=75 mm), di colore marrone grigio, molto addensata.				
			26				Clasti poco alterati, sub arrotondati, localmente sub angolosi, sfericità medio bassa, localmente media, Dmax=40 mm, Dmed=25-30 mm.				
			27				Presenza di locali lenti e livelli centimetrici maldefiniti di sabbia e limo argillosa.	27,0	50/3cm	Rif	CR3) Rim 27.00 28.00
			28								
			29		29.2	5.2					
			30				Ghiaia e sabbia con ciottoli, da limosa a deb. limosa, localmente deb. argillosa, di colore marrone grigio, umida, molto addensata.	30,0	50/6cm	Rif	
			31				Clasti poco alterati, da sub arrotondati a sub angolosi, sfericità da bassa a medio bassa, Dmax=70 mm, Dmed= 30-40 mm.				
			32				Presenza di locali lenti e livelli centimetrici maldefiniti di limo argilloso con sabbia.				
			33					33,0	50/6cm	Rif	
			34								
131			35		35.0	5.8					

Committente: Eservice S.r.l.	Sondaggio: S2-DH
Riferimento: Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)	Data: 26-27.10.17
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA - S2-DH

Pagina 1/2

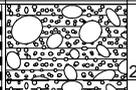
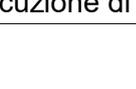
Ø mm	R v	A m	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Campioni
							m	S.P.T.		
						Sabbia e ghiaia, localmente sabbia con ghiaia, con ciottoli, deb. limosa, di colore marrone scuro, umida. Clasti poco alterati, da sub arrotondati a sub angolosi, localmente angolosi, sfericità bassa, Dmax=110 mm, Dmed=40-45 mm. Da 0.50 m a 1.10 m presenza di clasti e ciottoli antropici (cls e laterizi).				
1				2.0	2.0	Presenza lungo tutto l'intervallo di locali livelli centimetrici maldefiniti di limo da argilloso a con argilla, da sabbioso a deb sabbioso, di colore marrone scuro. Primi 5 cm cotica erbosa.	3.0	7-7-8	15	
2				4.2	2.2	Limo con argilla, localmente argilloso, deb. ghiaioso, da deb. sabbioso a sabbioso, di colore marrone scuro rossiccio e marrone, umido, plasticità da medio bassa a bassa. Da 2.00 m a 2.90 m presenza di clasti antropici (laterizi) da poco a mediamente alterati, Dmax =45 mm Dmed=10 mm.				CR1) Rim 3.50 4.00
3						Ghiaia e sabbia, localmente sabbia e ghiaia, da con ciottoli a ciottolosa, limosa, localmente con limo, di colore marrone, umida moderatamente addensata.	6.0	8-8-9	17	
4						Clasti poco alterati, sub arrotondati, localmente sub angolosi, sfericità bassa Dmax=105 mm, Dmed=40-45 mm. Presenza di locasli lenti e livelli centimetrici maldefiniti di limo argilloso con sabbia.	9.0	8-7-9	16	
5										CR2) Rim 7.50 8.00
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15				14.8	10.6					
16				15.5	0.7	Limo da argilloso a con argilla, deb. sabbioso, localmente sabbioso, di colore marrone, umido, plasticità medio bassa.	15.0	8-7-6	13	
17				16.4	0.9	Ghiaia e sabbia limosa, localmente deb. argillosa, di colore marrone, umida. Clasti poco alterati, da sub angolosi a sub arrotondati, sfericità da bassa a medio bassa, Dmax=50 mm, Dmed= 25-30 mm. Presenti locali lenti centimetriche di limo argilloso con sabbia.				
18				17.6	1.2	Limo argilloso con sabbia, da ghiaioso a deb. ghiaioso, di colore marrone, umido, plasticità bassa. Clasti poco alterati, sub angolosi, localmente sub arrotondati, sfericità da bassa a medio bassa, Dmax=Dmed=10-15 mm.	18.0	38-45-50/10cm	Rif	
19						Ghiaia e sabbia, localmente sabbia e ghiaia, con limo, argillosa, deb. ciottolosa, di colore grigio chiaro, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da sub arrotondati ad arrotondati, sfericità da bassa a medio bassa, Dmax=100 mm, Dmed= 40-45 mm.				
20										
										CR3) Rim 12.50 13.00

Committente: Eservice S.r.l.	Sondaggio: S2-DH
Riferimento: Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)	Data: 26-27.10.17
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA - S2-DH

Pagina 2/2

ø mm	R v	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Campioni
								m	S.P.T.		
			21		21,0	3,4	Ghiaia e sabbia, localmente sabbia e ghiaia, con limo, argillosa, deb. ciottolosa, di colore grigio chiaro, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da sub arrotondati ad arrotondati, sfericità da bassa a medio bassa, Dmax=100 mm, Dmed= 40-45 mm.	21,0	50/9cm	Rif	
			22				Ghiaia e sabbia con ciottoli, da limosa a deb. limosa, localmente deb. argillosa, di colore marrone grigio, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da sub arrotondati a sub angolosi, sfericità da bassa a medio bassa, Dmax=80 mm, Dmed= 50-55 mm.				
			23				Presenti locali livelli con aumento della frazione fine (materiale con limo argilloso), negli intervalli 22.50÷23.00 m, 23.70÷24.50 m, 27.30÷28.00 m, 29.00÷29.30 m e 31.80÷32.30 m.				
			24					24,0	35-50/15cm	Rif	
			25								
			26								
			27					27,0	50/5cm	Rif	
			28								
			29								
			30					30,0	50/7cm	Rif	
			31								
			32								
			33					33,0	50/12cm	Rif	CR5) Rim 33,00 33,50
131			35		35,0	14,0					

Installazione di tubazione in PVC ø3 cieca da 0.00 m a 35.00 m da p.c., cementata per tutta la lunghezza, per esecuzione di prova sismica Down Hole.

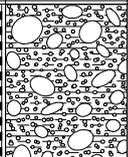


Committente: Eservice S.r.l.	Sondaggio: S3
Riferimento: Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)	Data: 02.11.17
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA - S3

Pagina 2/2

ø mm	R v	A metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Campioni	
							m	S.P.T.			
		21				Ghiaia e sabbia con ciottoli, localmente ciottolosa, da deb. limosa a limosa, di colore marrone grigio e grigio chiaro, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da arrotondati a sub arrotondati, rari sub angolosi, sfericità da bassa a medio bassa, Dmax=75 mm, Dmed=35-40 mm.	21,0	50/5cm	Rif		
		22				Da 17.10 m a 17.50 m livello di sabbia con ghiaia e limo deb. argilloso.					CR3) Rim 22,00 22,50
		23				Da 17.80 m a 18.00 materiale lavorato dalle operazioni di perforazione.					
		24					24,0	50/8cm	Rif		
131		25		25,0	7,9						

Committente: Eservice S.r.l.	Sondaggio: S4
Riferimento: Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)	Data: 03.11.17
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA - S4

Pagina 1/2

ø mm	R v	A m	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Campioni
								m	S.P.T.		
			1		0.5	0.5	Sabbia e ghiaia, deb. limosa, di colore marrone scuro, deb. umida. Clasti poco alterati, da sub arrotondati a sub angolosi, localmente angolosi, sfericità bassa, Dmax=45 mm, Dmed=25-30 mm. Primi 5 cm asfalto.				
			2				Ghiaia e sabbia con ciottoli, da limosa a deb. limosa, localmente deb. argillosa, di colore marrone rossiccio, umida. Clasti poco alterati, sub arrotondati, localmente sub angolosi, sfericità bassa Dmax=90 mm, Dmed=45-50 mm.				
			3		3.0	2.5	Presenza di locasi lenti e livelli centimetrici maldefiniti di limo argilloso con sabbia.	3,0	50/11cm	Rif	CR1) Rim 2,50 3,00
			4				Ghiaia e sabbia con limo, ciottolosa, deb. argillosa, di colore marrone chiaro, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, sub arrotondati, localmente sub angolosi, sfericità bassa, Dmax=70 mm, Dmed=30-35 mm.				
			5		5.0	2.0					
			6				Sabbia e ghiaia, da ddeb. limosa a limosa, ciottolosa, di colore marrone, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da sub arrotondati a sub angolosi, sfericità bassa, localmente medio bassa, Dmax=60-65 mm, Dmed=30-40 mm.	6,0	26-47-50//5cm	Rif	
			7		7.0	2.0					
			8				Ghiaia e sabbia con ciottoli, deb. limosa, localmente deb. argillosa, di colore grigio, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da sub arrotondati ad arrotondati, localmente sub angolosi, sfericità da bassa a medio bassa, Dmax=85 mm, Dmed= 45-50 mm.				
			9				Presenti locali lenti centimetriche maldefinite di limo argilloso con sabbia.	9,0	50/12cm	Rif	
			10				Da 10.00 m 10.40 m livello di limo argilloso da con sabbia a sabbioso, rara ghiaia.				
			11				Presenti diversi livelli decimetrici con aumento della frazione di fine (ghiaia e sabbia con ciottoli da limosa a con limo, deb. argillosa), negli intervalli, 11.00÷11.10 m, 12.40÷13.00 m, 14.00÷15.00 m				
			12				Da 16.40 a 17.00 m livello di sabbia e limo argillosa di colore grigio chiaro				
			13					12,0	50/9cm	Rif	
			14								
			15					15,0	50/5cm	Rif	
			16								
			17								
			18					18,0	50/7cm	Rif	
			19								
			20		20,0	13,0					CR2) Rim 13,00 14,00

Committente: Eservice S.r.l.	Sondaggio: S4
Riferimento: Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)	Data: 03.11.17
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :100

## STRATIGRAFIA - S4

Pagina 2/2

Ø mm	R v	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Campioni
								m	S.P.T.		
			21				Sabbia con ghiaia, localmente ghiaiosa, con limo, da argillosa a deb. argillosa, di colore grigio chiaro, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da sub arrotondati ad arrotondati, localmente sub angolosi sfericità bassa, Dmax=45-50 mm, Dmed= 30 mm.	21,0	50/3cm	Rif	
			22								
			23								
			24					24,0	50/5cm	Rif	
131			25		25,0	5,0					CR3) Rim 22,50 23,00

Foro ritombato con miscela acqua cemento in rapporto 1:1.

Committente: Eservice S.r.l.	Sondaggio: S5
Riferimento: Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)	Data: 06.11.17
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA - S5

Pagina 1/2

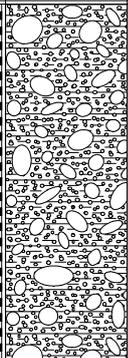
ø mm	R v	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Campioni
								m	S.P.T.		
					0.2	0.2	Asfalto e sottofondo in cls.				
			1		1.2	1.0	Sabbia e ghiaia deb. limosa, di colore marrone chiaro, deb. umida. Clasti poco alterati, da sub arrotondati a sub angolosi, sfericità bassa, Dmax=45-50 mm, Dmed= 25-30 mm. Da 1.00 a 1.20 m livello di limo e sabbia con ghiaia di colore beige, con locali intercalazioni di colore nerastro.				
			2				Sabbia da limosa a con limo, deb. asrgillosa, localmente argillosa, con ghiaia, di colore marrone rossastro, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da sub arrotondati ad arrotondati, sfericità bassa, localmente medio bassa, Dmax=55 mm, Dmed= 35-40 mm. Presenti locali lenti e livelli centimetrici maldefiniti di limo argilloso di colore marrone rossastro.	3,0	2-4-8	12	CR1) Rim 2,00 3,00
			3								
			4								
			5								
			6								
			6		6.3	5.1	Ghiaia e sabbia con ciottoli, localmente deb. limosa, di colore marrone chiaro, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da arrotondati a sub arrotondati, rari sub angolosi, sfericità bassa, Dmax=85-90 mm, Dmed=35-40 mm.	6,0	1-2-9	11	CR2) Rim 5,50 6,00
			7								
			8								
			9								
			9		9.5	3.2	Nessun recupero.	9,0	10-8-4	12	
			10								
			11								
			12								
			13								
			14								
			15								
			16								
			16								
			17		16.5	7.0	Ghiaia e sabbia ciottolosa, da deb. limosa a limosa, di colore marrone grigio, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da arrotondati a sub arrotondati, rari sub angolosi, sfericità bassa, Dmax=65 mm, Dmed= 30-40 mm.	18,0	21-45-50/5cm	Rif	CR3) Rim 18,00 19,00
			18								
			19								
			20								

Committente: Eservice S.r.l.	Sondaggio: S5
Riferimento: Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)	Data: 06.11.17
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA - S5

Pagina 2/2

Ø mm	R v	A metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Campioni
							m	S.P.T.		
		21				Ghiaia e sabbia ciottolosa, da deb. limosa a limosa, di colore marrone grigio, umida, molto addensata. Clasti poco alterati, da arrotondati a sub arrotondati, rari sub angolosi, sfericità bassa, Dmax=65 mm, Dmed= 30-40 mm.	21,0	50/8cm	Rif	
		22								
		23								
		24								
		25		25,0	8,5		24,0	47-50/cm	Rif	CR4) Rim 23,50 24,00

Foro ritombato con miscela acqua cemento in rapporto 1:1.

**EX CINEMA MAESTOSO**  
**VIA SANT'ANDREA n.26, MONZA (MB)**

---

**ESECUZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA**  
**E GEOFISICA**

**RELAZIONE FOTOGRAFICA**





---

**SONDAGGIO S1**



**SONDAGGIO S1 – Postazione**



**SONDAGGIO S1 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m**



**SONDAGGIO S1 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m**



**SONDAGGIO S1 - Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m**



**SONDAGGIO S1 - Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m**



**SONDAGGIO S1 - Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m**



**SONDAGGIO S1 - Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m**



**SONDAGGIO S1 - Cassa n.7 da 30.00 m a 35.00 m**



---

**SONDAGGIO S2-DH**



**SONDAGGIO S2-DH – Postazione**



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



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



**SONDAGGIO S2-DH - Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m**



**SONDAGGIO S2-DH - Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m**



**SONDAGGIO S2-DH – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m**



**SONDAGGIO S2-DH – Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m**



**SONDAGGIO S2-DH - Cassa n.7 da 30.00 m a 35.00 m**



---

**SONDAGGIO S3**



**SONDAGGIO S3 – Postazione**



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



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



**SONDAGGIO S3 - Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m**



**SONDAGGIO S3 - Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m**



**SONDAGGIO S3 - Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m**



---

**SONDAGGIO S4**



**SONDAGGIO S4 – Postazione**



**SONDAGGIO S4** - Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m



**SONDAGGIO S4** - Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m



**SONDAGGIO S4 - Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m**



**SONDAGGIO S4 - Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m**



**SONDAGGIO S4 – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m**



**SONDAGGIO S4 – Completamento foro**



---

**SONDAGGIO S5**



**SONDAGGIO S5 – Postazione**



**SONDAGGIO S5 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m**



**SONDAGGIO S5 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m**



**SONDAGGIO S5 - Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m**



**SONDAGGIO S5 - Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m**



**SONDAGGIO S5 - Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m**



**SONDAGGIO S5 – Completamento foro**

**EX CINEMA MAESTOSO  
VIA SANT'ANDREA n.23, MONZA (MB)  
ESECUZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA  
E GEOFISICA**

---

**CERTIFICATI PROVE GEOTECNICHE  
DI LABORATORIO**



*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

Commessa n.	41017
-------------	-------

Data emissione relazione	28/11/17
--------------------------	----------

Verbale di accettazione n.	41017 del 22/11/17
Committente:	eSERVICE S.r.l.
Cantiere:	Indagine geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)
Tipologia di prove richieste:	Prove geotecniche di laboratorio.
Data consegna campioni:	22/11/17
Prove di laboratorio/in sito richieste da:	Dott. Giancarlo Poli – S.In.Ge.A. S.r.l.

Data esecuzione prove	23/11-27/11/17	Data emissione documento	28/11/17
-----------------------	----------------	--------------------------	----------

Per Vostro incarico, ricevuto tramite il Dott. Giancarlo Poli della S.In.Ge.A. S.r.l., abbiamo eseguito prove geotecniche di laboratorio su n. 18 campioni rimaneggiati provenienti dal cantiere in oggetto, da noi ritirati in data 22/11/17.

Seguendo il programma di prove predisposto dal Dott. Giancarlo Poli, sui campioni consegnati sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio:

- Estrusione del campione e successiva classificazione geotecnica visiva

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

- D = analisi granulometrica per via umida con essiccamento del materiale, lavaggio, riessiccamento e successiva setacciatura meccanica.

I risultati delle prove eseguite sono riportati nei certificati allegati.

Ponte San Nicolò, 28 novembre 2017



Dott. Geol. Pietro Daminato

Direttore Laboratorio

GEODATA S.a.s. di P. Daminato & C.  
Viale Benelux, 1/C  
35020 Ponte San Nicolò (PD)  
Tel. 049.8705575 - Fax 049.7628815  
P. IVA 01370550285 - CCIAA 206643  
Iscr. Tribunale Padova n. 28754

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagini Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

COMMESSA n. **41017** del **22/11/2017**

### RIASSUNTO DELLE PROVE ESEGUITE

Tipo di prova	sondaggio	S1	S1	S1	S2DH	S2DH
	indisturbato					
	rimaneggiato	CR1	CR2	CR3	CR1	CR2
	profondità	4,50-5,00	12,00-13,00	27,00-28,00	3,50-4,00	7,50-8,00
Classificazione geotecnica		ghiaia grosso- fine con sabbia e limo argilloso marrone	ghiaia con rari ciottoli e con sabbia limosa grigia	sabbia e ghiaia con limo debolmente argilloso grigio	limo argilloso marrone con sabbia e ghiaia	ghiaia con rari ciottoli con sabbia e limo argilloso marrone
Pocket Penetrometer	P.P. kPa	---	---	---	---	---
Torvane	Torv. kPa	---	---	---	---	---
Contenuto naturale d'acqua	(w %)	---	---	---	---	---
Peso dell'unità di volume	( $\gamma$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---	---	---
Peso di volume secco	( $\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---	---	---
Peso specifico dei grani	( $\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---	---	---
Porosità totale	(n, %)	---	---	---	---	---
Densità relativa	(Dr %)	---	---	---	---	---
Limiti di Atterberg	WL %	---	---	---	---	---
	WP %	---	---	---	---	---
	IP %	---	---	---	---	---
Analisi granulometrica con vagliatura	ciottoli %	0,00	5,61	0,00	0,00	5,29
	ghiaia %	36,91	63,81	41,72	16,31	43,72
	sabbia %	34,75	17,72	44,53	21,00	28,63
	limo %	28,35	12,86	13,73	62,68	22,36
	argilla %					
Classificazione UNI 11531-1	classe	---	---	---	---	---
	Ig	---	---	---	---	---
Prova taglio diretto C.D.	$\phi'$ °	---	---	---	---	---
	c' kPa	---	---	---	---	---
Prova di compressione edometrica	$\sigma$ kPa	---	---	---	---	---
	$c_v$ m <sup>2</sup> /sec	---	---	---	---	---
	$k_{ED}$ m/sec	---	---	---	---	---

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

 CANTIERE: Indagini Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)

 COMMESSA n. **41017** del **22/11/2017**
**RIASSUNTO DELLE PROVE ESEGUITE**

Tipo di prova	sondaggio	S2DH	S2DH	S2DH	S3	S3
	indisturbato					
	rimaneggiato	CR3	CR4	CR5	CR1	CR2
	profondità	12,50-13,00	22,00-23,00	33,00-33,50	3,50-4,00	12,00-13,00
Classificazione geotecnica		ghiaia e sabbia con limo argilloso marrone	ghiaia sabbia grigia con limosa	sabbia debolmente limosa grigia con ghiaia	ghiaia frammista a limo argilloso marrone con sabbia	ghiaia con rari ciottoli con sabbia e limo debolmente argilloso marrone
Pocket Penetrometer	P.P. kPa	---	---	---	---	---
Torvane	Torv. kPa	---	---	---	---	---
Contenuto naturale d'acqua	(w %)	---	---	---	---	---
Peso dell'unità di volume	( $\gamma$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---	---	---
Peso di volume secco	( $\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---	---	---
Peso specifico dei grani	( $\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---	---	---
Porosità totale	( $n_t$ %)	---	---	---	---	---
Densità relativa	(Dr %)	---	---	---	---	---
Limiti di Atterberg	WL %	---	---	---	---	---
	WP %	---	---	---	---	---
	IP %	---	---	---	---	---
Analisi granulometrica con vagliatura	ciottoli %	0,00	0,00	0,00	0,00	6,44
	ghiaia %	45,47	47,22	33,34	43,53	59,70
	sabbia %	34,43	29,87	53,58	26,16	19,02
	limo %	20,12	22,91	13,07	30,30	14,84
	argilla %					
Classificazione UNI 11531-1	classe	---	---	---	---	---
	Ig	---	---	---	---	---
Prova taglio diretto C.D.	$\phi'$ °	---	---	---	---	---
	c' kPa	---	---	---	---	---
Prova di compressione edometrica	$\sigma$ kPa	---	---	---	---	---
	c, m <sup>2</sup> /sec	---	---	---	---	---
	k <sub>ED</sub> m/sec	---	---	---	---	---

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagini Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)

COMMESSA n. **41017** del **22/11/2017**

### RIASSUNTO DELLE PROVE ESEGUITE

Tipo di prova	sondaggio	S3	S4	S4	S4	S5
	indisturbato					
	rimaneggiato	CR3	CR1	CR2	CR3	CR1
	profondità	22,00-22,50	2,50-3,00	13,00-14,00	22,50-23,00	2,00-3,00
Classificazione geotecnica		sabbia limosa grigia con sabbia	ghiaia con sabbia e limo argilloso marrone	ghiaia con sabbia e limo grigia	ghiaia con sabbia e limo debolmente argilloso grigio	ghiaia con sabbia e limo argilloso marrone
Pocket Penetrometer	P.P. kPa	---	---	---	---	---
Torvane	Torv. kPa	---	---	---	---	---
Contenuto naturale d'acqua	(w %)	---	---	---	---	---
Peso dell'unità di volume	( $\gamma$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---	---	---
Peso di volume secco	( $\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---	---	---
Peso specifico dei grani	( $\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---	---	---
Porosità totale	( $n_t$ %)	---	---	---	---	---
Densità relativa	(Dr %)	---	---	---	---	---
Limiti di Atterberg	WL %	---	---	---	---	---
	WP %	---	---	---	---	---
	IP %	---	---	---	---	---
Analisi granulometrica con vagliatura	ciottoli %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ghiaia %	44,01	52,42	63,80	36,08	33,17
	sabbia %	40,06	26,22	21,95	33,79	37,09
	limo %	15,92	21,37	14,25	30,12	29,73
	argilla %					
Classificazione UNI 11531-1	classe	---	---	---	---	---
	Ig	---	---	---	---	---
Prova taglio diretto C.D.	$\phi' ^\circ$	---	---	---	---	---
	c' kPa	---	---	---	---	---
Prova di compressione edometrica	$\sigma$ kPa	---	---	---	---	---
	$c_v$ m <sup>2</sup> /sec	---	---	---	---	---
	$k_{ED}$ m/sec	---	---	---	---	---

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagini Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)

COMMESSA n. **41017** del **22/11/2017**

### RIASSUNTO DELLE PROVE ESEGUITE

Tipo di prova	sondaggio	S5	S5	S5		
	indisturbato					
	rimaneggiato	CR2	CR3	CR4		
	profondità	5,50-6,00	18,00-19,00	23,50-24,00		
Classificazione geotecnica		ghiaia con sabbia e limo argilloso marrone	ghiaia con rari ciottoli e con sabbia debolmente limosa grigia	sabbia con ghiaia e limo debolmente argilloso grigio		
Pocket Penetrometer	P.P. kPa	---	---	---		
Torvane	Torv. kPa	---	---	---		
Contenuto naturale d'acqua	(w %)	---	---	---		
Peso dell'unità di volume	( $\gamma$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---		
Peso di volume secco	( $\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---		
Peso specifico dei grani	( $\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup> )	---	---	---		
Porosità totale	( $n_t$ %)	---	---	---		
Densità relativa	(Dr %)	---	---	---		
Limiti di Atterberg	WL %	---	---	---		
	WP %	---	---	---		
	IP %	---	---	---		
Analisi granulometrica con vagliatura	ciottoli %	0,00	3,54	0,00		
	ghiaia %	46,96	71,25	32,08		
	sabbia %	27,86	19,19	39,00		
	limo %	25,18	6,01	28,93		
	argilla %					
Classificazione UNI 11531-1	classe	---	---	---		
	Ig	---	---	---		
Prova taglio diretto C.D.	$\phi$ °	---	---	---		
	c' kPa	---	---	---		
Prova di compressione edometrica	$\sigma$ kPa	---	---	---		
	$c_v$ m <sup>2</sup> /sec	---	---	---		
	$k_{ED}$ m/sec	---	---	---		

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95694**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S1**Camp.: **CR1**Prof.: **4,50-5,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia grosso-fine con sabbia e limo argilloso marrone

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dot. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

**CERTIFICATO N° 95695**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S1

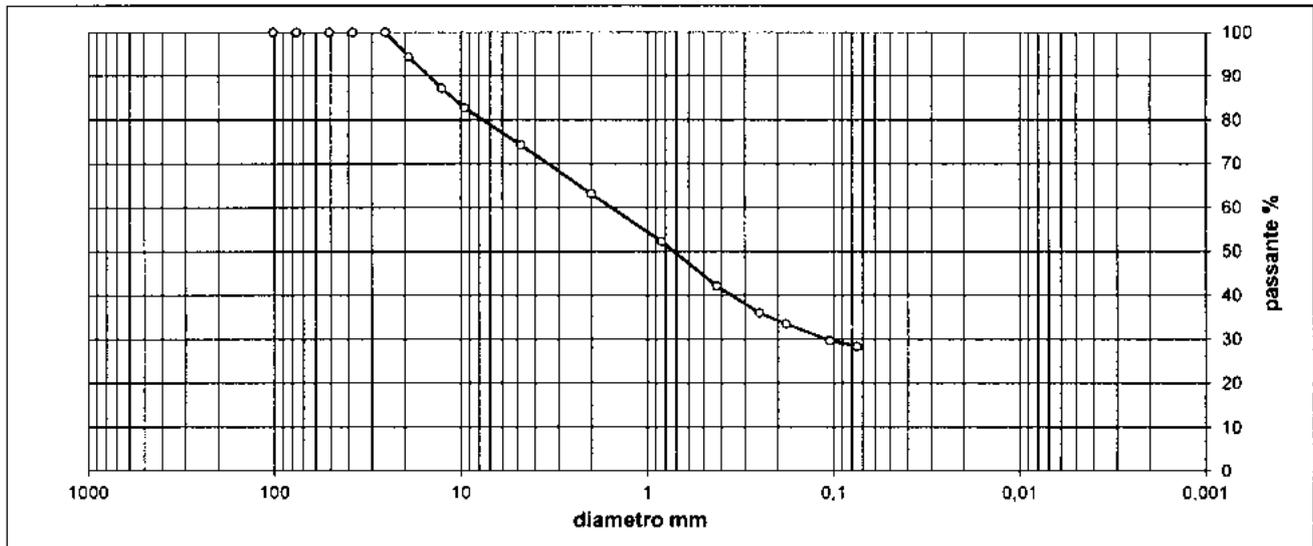
Camp.: CR1

Prof.: 4,50-5,00

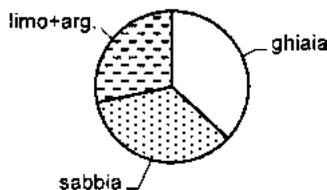
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	100,00
3/4"	19,10	5,83	94,37
1/2"	12,70	7,23	87,14
3/8"	9,52	4,46	82,68

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	8,51	74,17
No. 10	2,00	11,08	63,09
No. 20	0,84	10,89	52,21
No. 40	0,43	10,12	42,08
No. 60	0,25	6,14	35,95
No. 80	0,18	2,48	33,47
No. 140	0,105	3,76	29,70
No. 200	0,075	1,36	28,35



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	4,83	18,79	13,29	16,74	12,18	5,83	28,35



classificazione geotecnica: ghiaia grosso-fine con sabbia e limo argilloso marrone

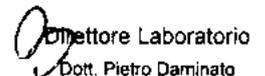
 UNI 11531-1 

 Ig 

 USCS 

norma di riferimento: ASTM D 422

 Spesimatore  
Perito A. Tioro


 Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95696**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 23/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)

Sond./Prel.: S1

Camp.: CR2

Prof.: 12,00-13,00

**CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia con rari ciottoli e con sabbia limosa grigia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95697**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S1

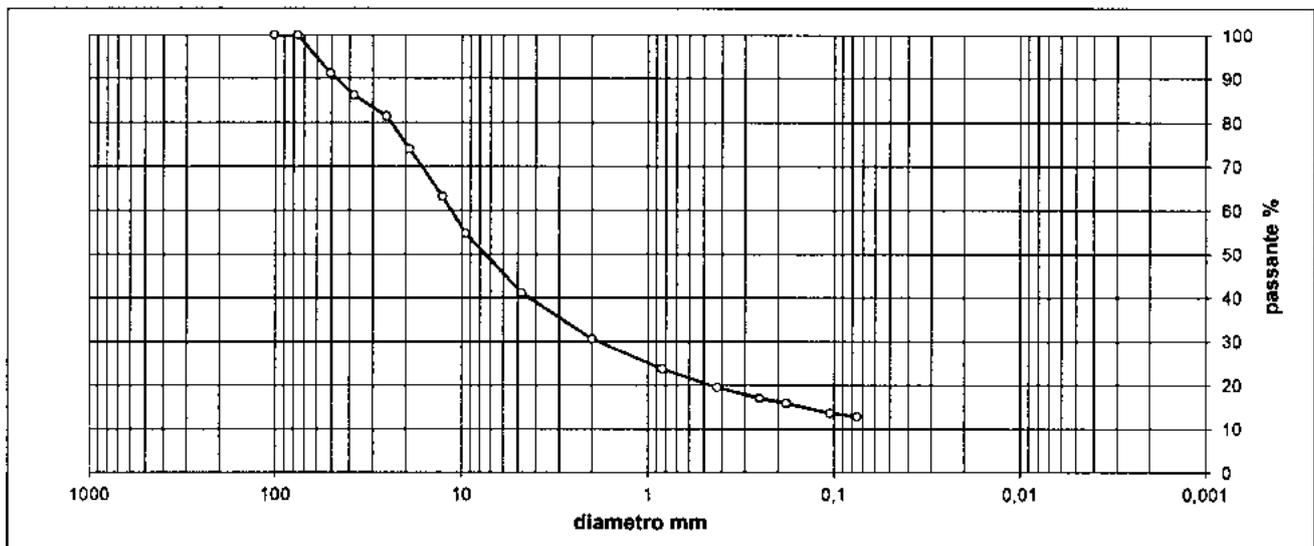
Camp.: CR2

Prof.: 12,00-13,00

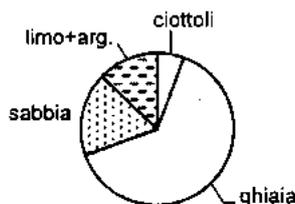
## ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	8,78	91,22
1" 1/2	38,10	5,03	86,19
1"	25,40	4,78	81,42
3/4"	19,10	7,46	73,96
1/2"	12,70	10,82	63,15
3/8"	9,52	8,34	54,80

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	13,73	41,07
No. 10	2,00	10,49	30,58
No. 20	0,84	6,82	23,76
No. 40	0,43	4,24	19,53
No. 60	0,25	2,48	17,05
No. 80	0,18	1,19	15,85
No. 140	0,105	2,21	13,84
No. 200	0,075	0,78	12,86



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
5,60	19,37	30,38	14,06	9,27	5,12	3,33	12,86



classificazione geotecnica: ghiaia con rari ciottoli e con sabbia limosa grigia

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dot. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

**CERTIFICATO N°** **95698**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)

Sond./Prel.: S1

Camp.: CR3

Prof.: 27,00-28,00

**CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: sabbia e ghiaia con limo debolmente argilloso grigio

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Dott. L. StarnamiglioDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95699**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S1

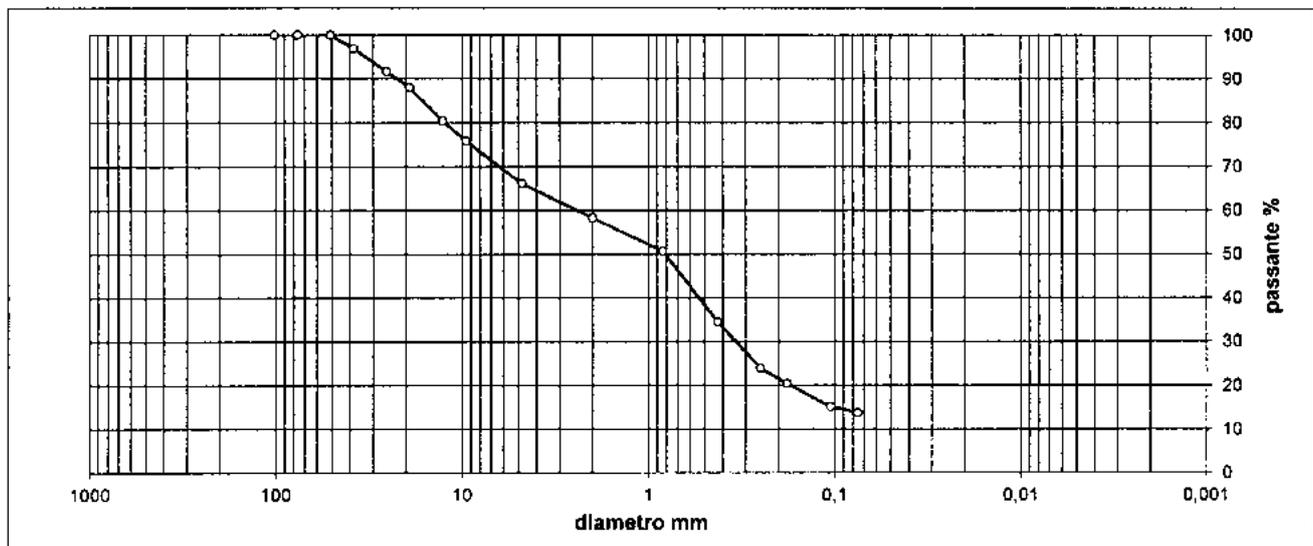
Camp.: CR3

Prof.: 27,00-28,00

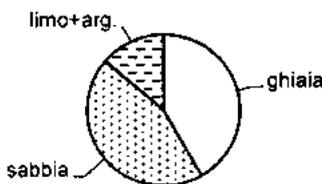
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	3,11	96,89
1"	25,40	5,26	94,74
3/4"	19,10	3,72	96,28
1/2"	12,70	7,53	92,47
3/8"	9,52	4,60	95,40

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	9,68	90,32
No. 10	2,00	7,82	92,18
No. 20	0,84	7,56	92,44
No. 40	0,43	16,33	83,67
No. 60	0,25	10,53	89,47
No. 80	0,18	3,46	96,54
No. 140	0,105	5,31	94,69
No. 200	0,075	1,34	98,66



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 80 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	11,56	19,82	10,34	17,00	19,89	7,64	13,73



classificazione geotecnica: sabbia e ghiaia con limo debolmente argilloso grigio

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. More

Direttore Laboratorio  
Bott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

**CERTIFICATO N° 95700**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)

Sond./Prel.: S2DH

Camp.: CR1

Prof.: 3,50-4,00

**CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: limo argilloso marrone con sabbia e ghiaia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe lg Classificazione USCS: 

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95701**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S2DH

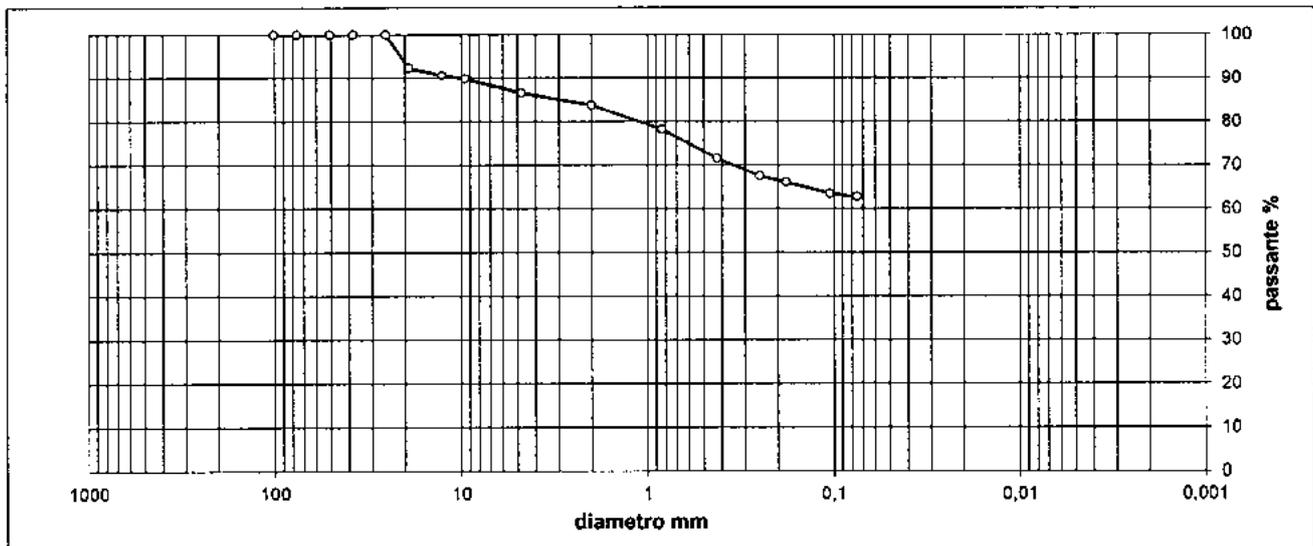
Camp.: CR1

Prof.: 3,50-4,00

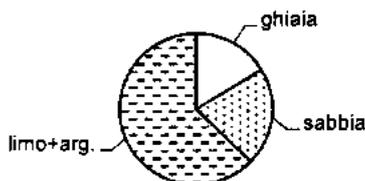
## ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	100,00
3/4"	19,10	7,85	92,35
1/2"	12,70	1,74	90,61
3/8"	9,52	0,80	89,81

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	3,27	86,54
No. 10	2,00	2,85	83,88
No. 20	0,84	5,53	78,16
No. 40	0,43	6,87	71,49
No. 60	0,25	3,97	67,51
No. 80	0,18	1,44	66,08
No. 140	0,105	2,66	63,42
No. 200	0,075	0,74	62,68



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	6,56	6,05	3,70	9,38	7,81	3,81	62,68



classificazione geotecnica: limo argilloso marrone con sabbia e ghiaia

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95702**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S2DH**Camp.: **CR2**Prof.: **7,50-8,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia con rari ciottoli con sabbia e limo argilloso marrone

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N° **95703**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S2DH

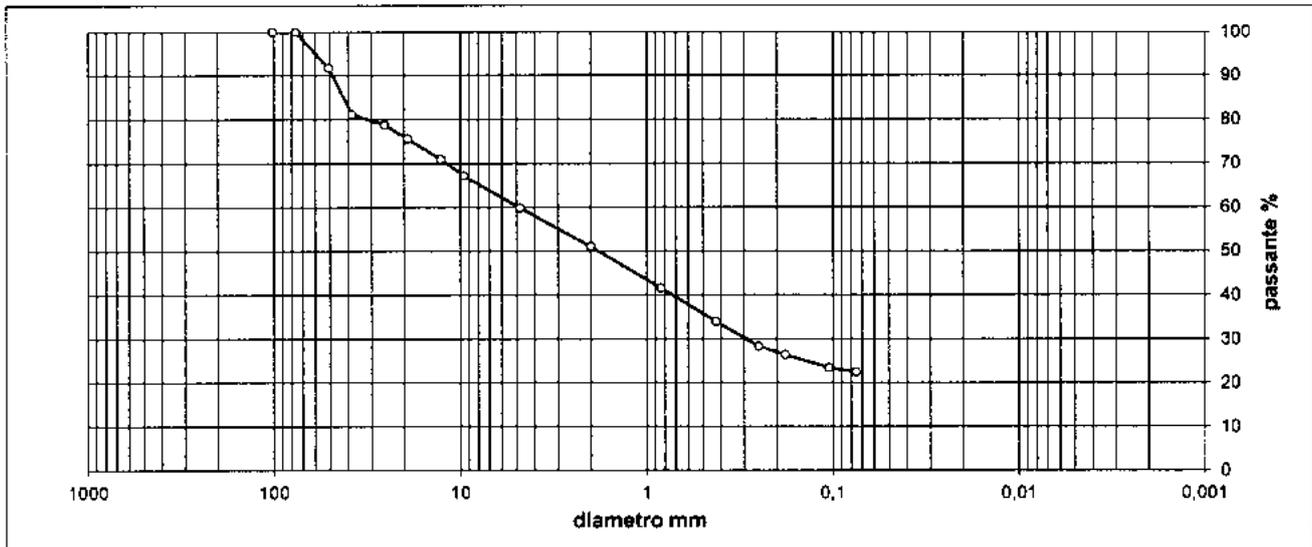
Camp.: CR2

Prof.: 7,50-8,00

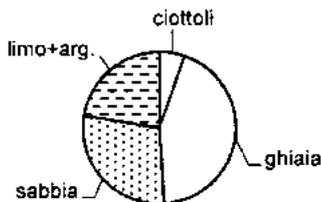
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	8,29	91,71
1" 1/2	38,10	10,81	81,09
1"	25,40	2,36	78,73
3/4"	19,10	3,20	75,53
1/2"	12,70	4,64	70,89
3/8"	9,52	3,77	67,13

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	7,34	59,79
No. 10	2,00	8,80	50,99
No. 20	0,84	9,43	41,56
No. 40	0,43	7,61	33,95
No. 60	0,25	5,65	28,30
No. 80	0,18	1,94	26,36
No. 140	0,105	2,99	23,37
No. 200	0,075	1,01	22,36



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	50 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
5,29	18,72	14,29	10,71	13,83	10,25	4,55	22,36



classificazione geotecnica: ghiaia con rari ciottoli con sabbia e limo argilloso marrone

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito *A. M.*

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95704**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S2DH**Camp.: **CR3**Prof.: **12,50-13,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia e sabbia con limo argilloso marrone

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Dott. L. StirrarniglioDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N° **95705**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S2DH

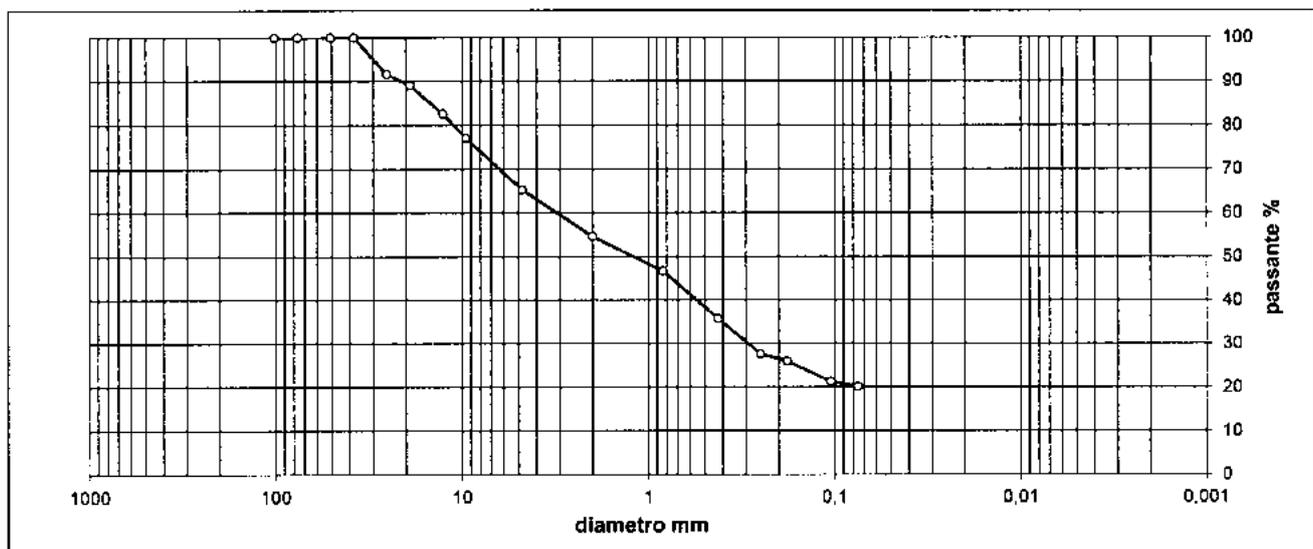
Camp.: CR3

Prof.: 12,50-13,00

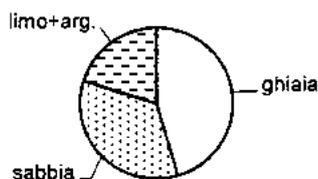
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	8,40	91,60
3/4"	19,10	2,59	89,01
1/2"	12,70	6,39	82,62
3/8"	9,52	5,53	77,08

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	11,84	65,25
No. 10	2,00	10,72	54,53
No. 20	0,84	7,79	46,74
No. 40	0,43	11,03	35,71
No. 60	0,25	8,15	27,55
No. 80	0,18	1,64	25,91
No. 140	0,105	4,83	21,28
No. 200	0,075	1,16	20,12



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	10,62	21,05	13,80	14,16	13,99	6,26	20,12



classificazione geotecnica: ghiaia e sabbia con limo argilloso marrone

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95706**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S2DH**Camp.: **CR4**Prof.: **22,00-23,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia limosa grigia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: ---



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95707**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S2DH

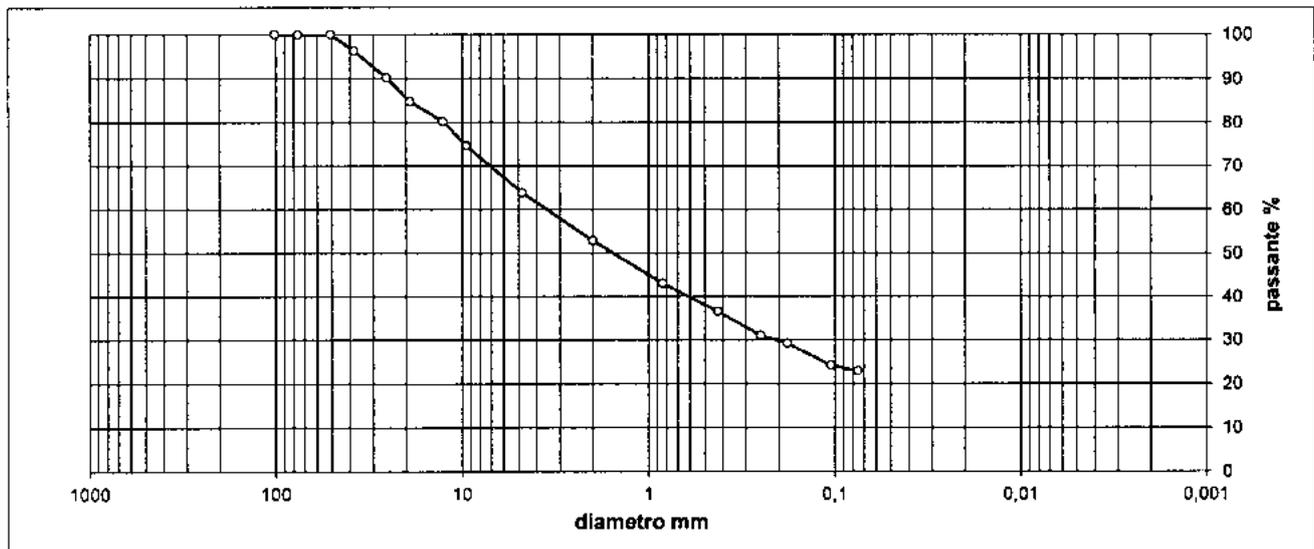
Camp.: CR4

Prof.: 22,00-23,00

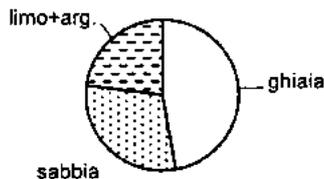
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	3,62	96,38
1"	25,40	6,23	90,15
3/4"	19,10	5,32	84,83
1/2"	12,70	4,63	80,20
3/8"	9,52	5,58	74,62

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	10,52	83,80
No. 10	2,00	11,02	52,78
No. 20	0,84	9,79	42,99
No. 40	0,43	6,45	36,55
No. 60	0,25	5,55	31,00
No. 80	0,18	1,80	29,20
No. 140	0,105	5,00	24,20
No. 200	0,075	1,29	22,91



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	14,41	18,97	13,84	13,51	9,55	6,81	22,91



classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia limosa grigia

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dot. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

**CERTIFICATO N° 95708**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)

Sond./Prel.: S2DH

Camp.: CR5

Prof.: 33,00-33,50

**CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: sabbia debolmente limosa grigia con ghiaia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95709**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S2DH

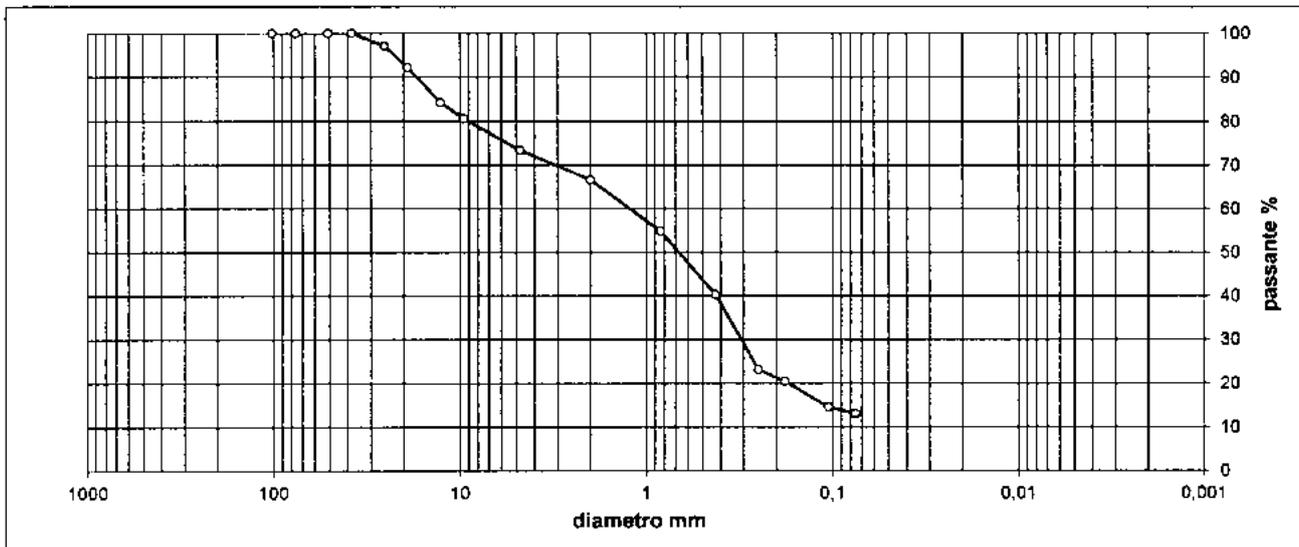
Camp.: CR5

Prof.: 33,00-33,50

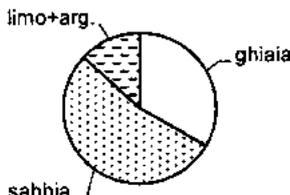
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	2,92	97,08
3/4"	19,10	4,95	92,13
1/2"	12,70	7,93	84,21
3/8"	9,52	3,66	80,55

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	7,14	73,42
No. 10	2,00	6,76	66,65
No. 20	0,84	11,89	54,76
No. 40	0,43	14,51	40,25
No. 60	0,25	17,08	23,17
No. 80	0,18	2,68	20,50
No. 140	0,105	5,89	14,61
No. 200	0,075	1,53	13,07



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	7,16	17,56	8,62	20,28	25,11	8,19	13,07



classificazione geotecnica: sabbia debolmente limosa grigia con ghiaia

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95710**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S3**Camp.: **CR1**Prof.: **3,50-4,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia frammista a limo argilloso marrone con sabbia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe lg Classificazione USCS: 

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95711**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S3

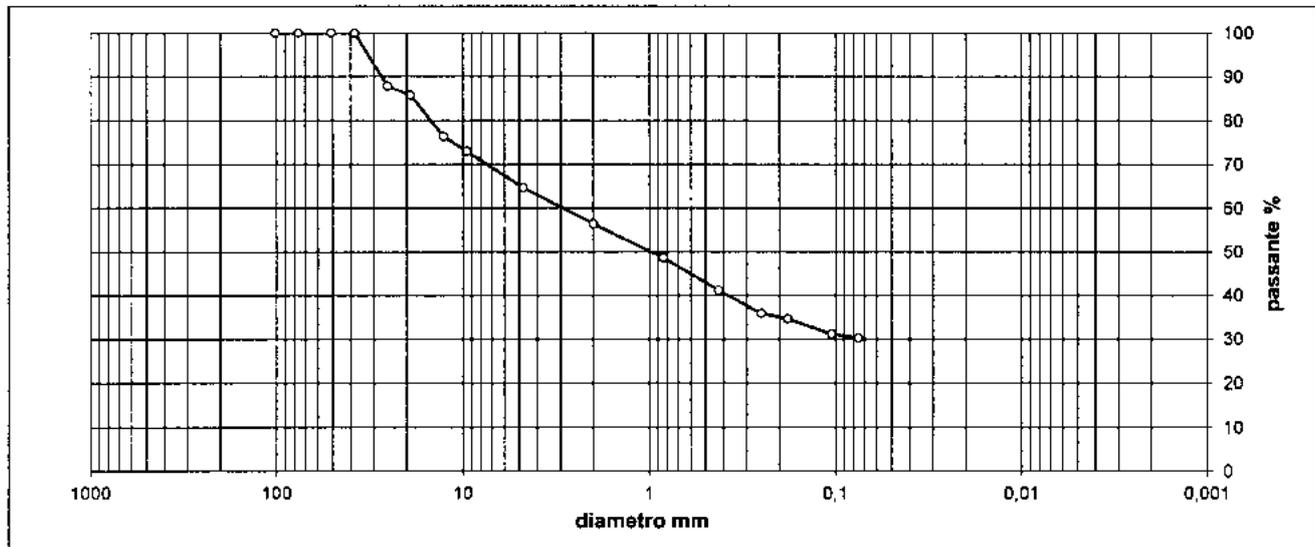
Camp.: CR1

Prof.: 3,50-4,00

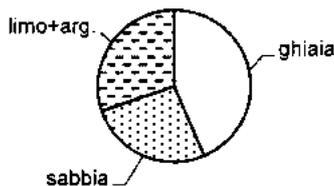
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	78,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	12,19	87,81
3/4"	19,10	2,07	85,73
1/2"	12,70	9,35	76,38
3/8"	9,52	3,41	72,97

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	8,30	64,67
No. 10	2,00	8,20	56,47
No. 20	0,84	7,87	48,60
No. 40	0,43	7,38	41,22
No. 60	0,25	5,35	35,87
No. 80	0,18	1,23	34,63
No. 140	0,105	3,48	31,18
No. 200	0,075	0,87	30,30



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	13,97	19,20	10,36	12,14	9,34	4,68	30,30



classificazione geotecnica: **ghiaia e sabbia con limo argilloso marrone**  
- presenza di elementi di riporto

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

**CERTIFICATO N°** **95712**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S3**Camp.: **CR2**Prof.: **12,00-13,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**Classificazione geotecnica: ghiaia con rari ciottoli con sabbia e limo debolmente argilloso  
marrone

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95713**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S3

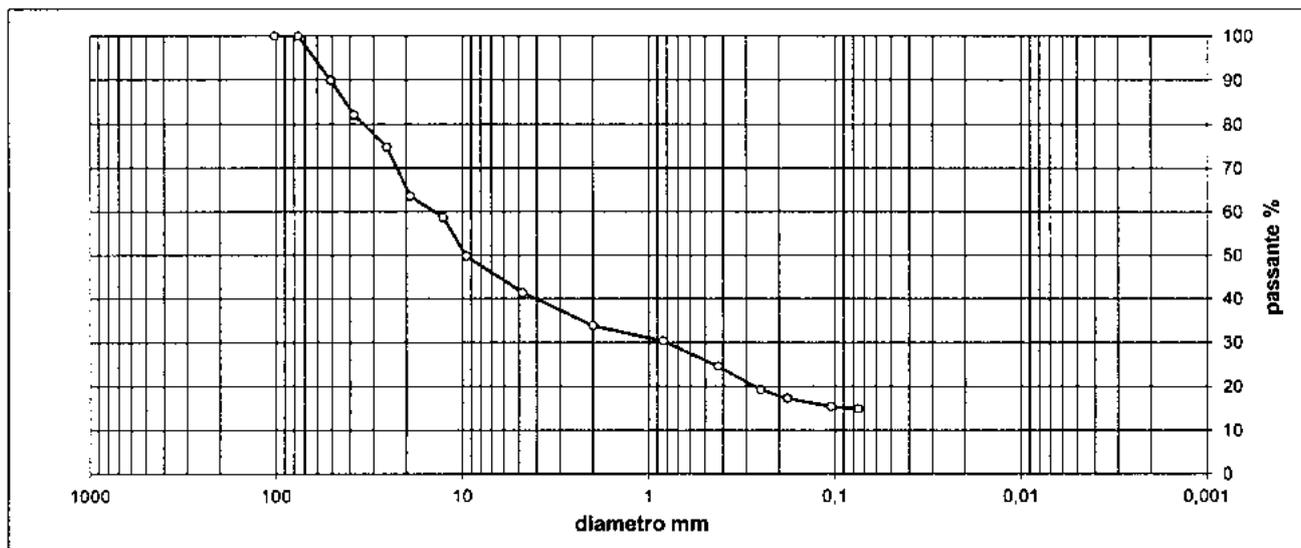
Camp.: CR2

Prof.: 12,00-13,00

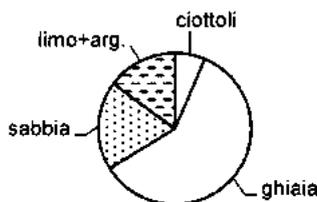
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,80	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	10,10	89,90
1" 1/2	38,10	7,80	82,10
1"	25,40	7,34	74,76
3/4"	19,10	11,28	63,48
1/2"	12,70	4,84	58,64
3/8"	9,52	8,91	49,72

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,78	8,30	41,43
No. 10	2,00	7,57	33,88
No. 20	0,84	3,54	30,32
No. 40	0,43	5,77	24,55
No. 60	0,25	5,35	19,20
No. 80	0,18	1,93	17,27
No. 140	0,105	1,91	15,37
No. 200	0,075	0,53	14,84



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
6,44	28,47	21,50	9,73	6,88	9,16	2,98	14,84



classificazione geotecnica: ghiaia con rari ciottoli con sabbia e limo debolmente argilloso marrone

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

**CERTIFICATO N°** **95714**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S3**Camp.: **CR3**Prof.: **22,00-22,50****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: sabbia limosa grigia con ghiaia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Bott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95715**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S3

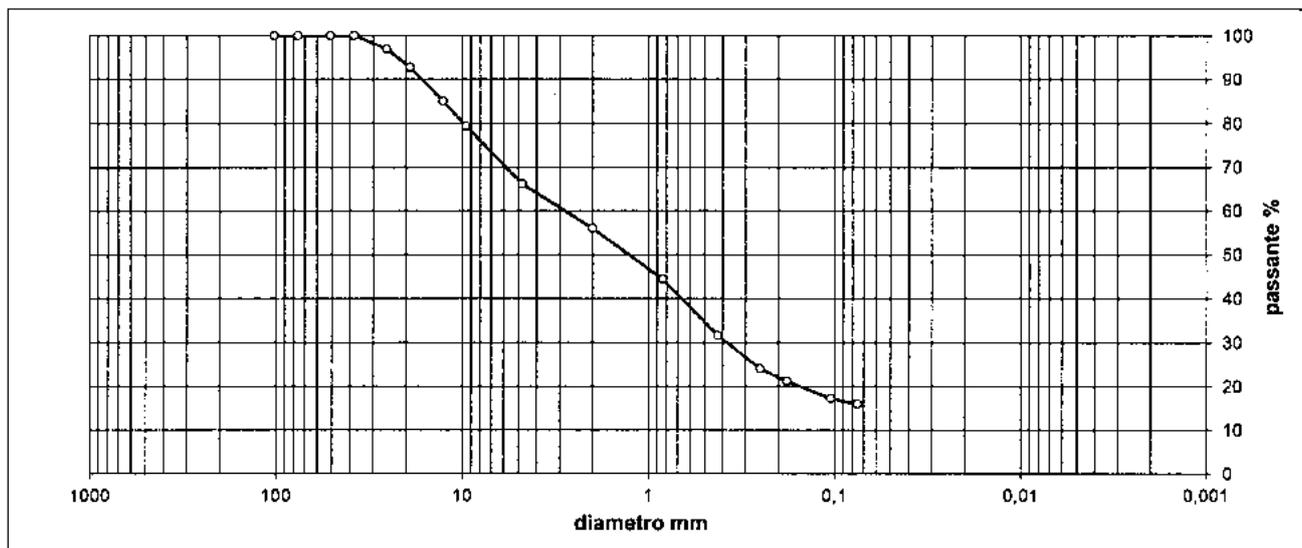
Camp.: CR3

Prof.: 22,00-22,50

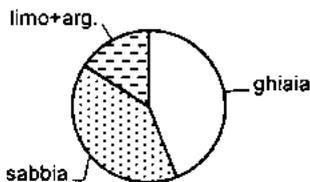
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,80	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	3,05	96,95
3/4"	19,10	4,17	95,83
1/2"	12,70	7,72	92,28
3/8"	9,52	5,87	94,13

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	13,22	86,78
No. 10	2,00	10,19	89,81
No. 20	0,84	11,51	88,49
No. 40	0,43	12,82	87,18
No. 60	0,25	7,58	92,42
No. 80	0,18	2,89	97,11
No. 140	0,105	3,90	96,10
No. 200	0,075	1,36	98,64



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	6,62	23,76	13,63	18,92	15,05	6,09	15,92



classificazione geotecnica: sabbia limosa grigia con ghiaia

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Piero A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

**CERTIFICATO N°** **95716**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S4**Camp.: **CR1**Prof.: **2,50-3,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia e limo argilloso marrone

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95717**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S4

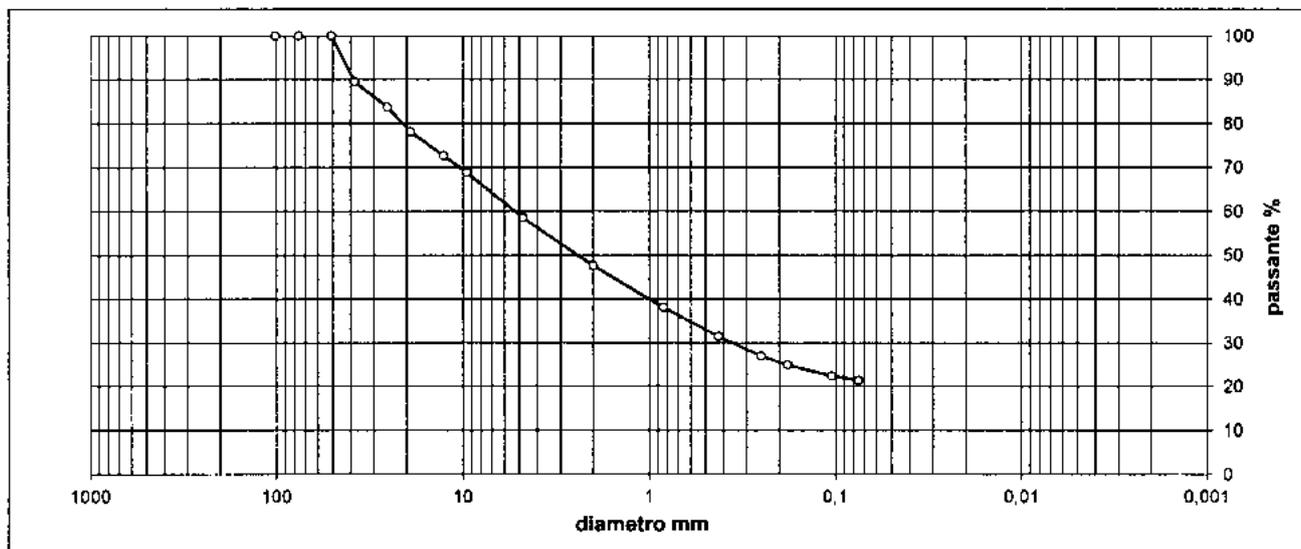
Camp.: CR1

Prof.: 2,50-3,00

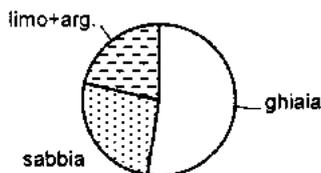
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	10,55	89,45
1"	25,40	5,76	94,24
3/4"	19,10	5,56	94,44
1/2"	12,70	5,49	94,51
3/8"	9,52	3,85	96,15

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	10,30	89,70
No.10	2,00	10,89	89,11
No.20	0,84	9,52	90,48
No. 40	0,43	6,63	93,37
No. 60	0,25	4,51	95,49
No. 80	0,18	1,99	98,01
No. 140	0,105	2,58	97,42
No. 200	0,075	1,00	99,00



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	21,09	17,75	13,58	13,36	8,73	4,13	21,37



classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia e limo argilloso marrone

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

**CERTIFICATO N° 95718**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S4**Camp.: **CR2**Prof.: **13,00-14,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia limosa grigia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N° **95719**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S4

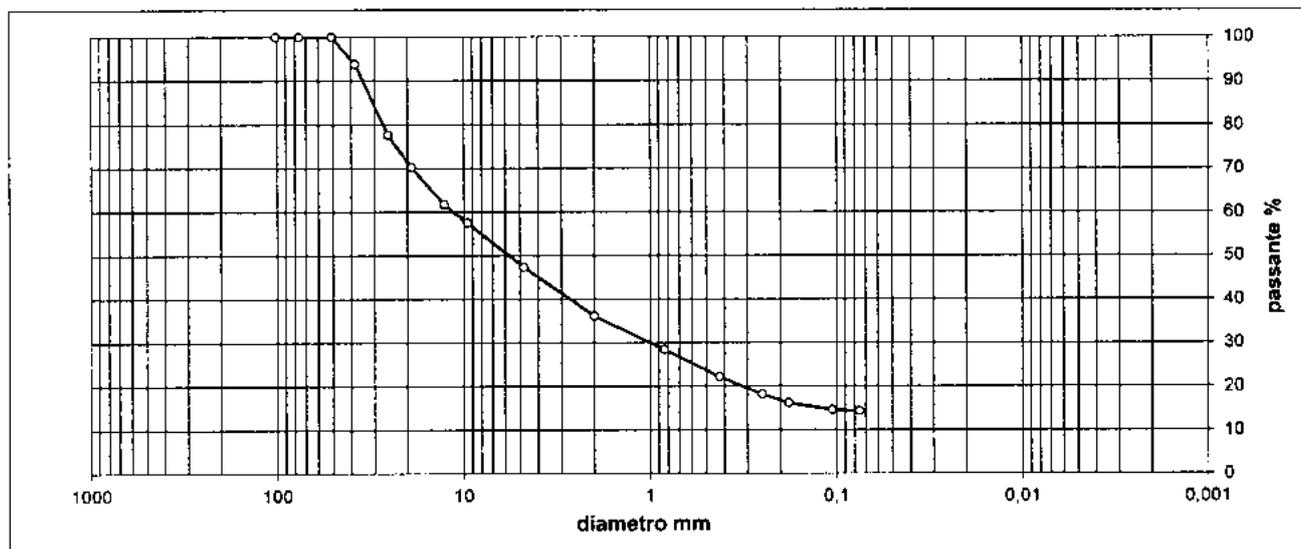
Camp.: CR2

Prof.: 13,00-14,00

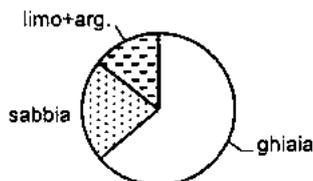
## ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	6,21	93,79
1"	25,40	16,19	77,60
3/4"	19,10	7,39	70,21
1/2"	12,70	8,53	61,68
3/8"	9,52	4,22	57,46

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	10,18	47,29
No. 10	2,00	11,09	36,20
No. 20	0,84	7,78	28,42
No. 40	0,43	6,31	22,11
No. 60	0,25	4,01	18,10
No. 80	0,18	1,96	16,15
No. 140	0,105	1,55	14,60
No. 200	0,075	0,34	14,25



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	28,73	21,33	13,74	11,43	8,07	2,45	14,25



classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia limosa grigia

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95720**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S4**Camp.: **CR3**Prof.: **22,50-23,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia e limo debolmente argilloso grigio

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe lg Classificazione USCS: 

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95721**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S4

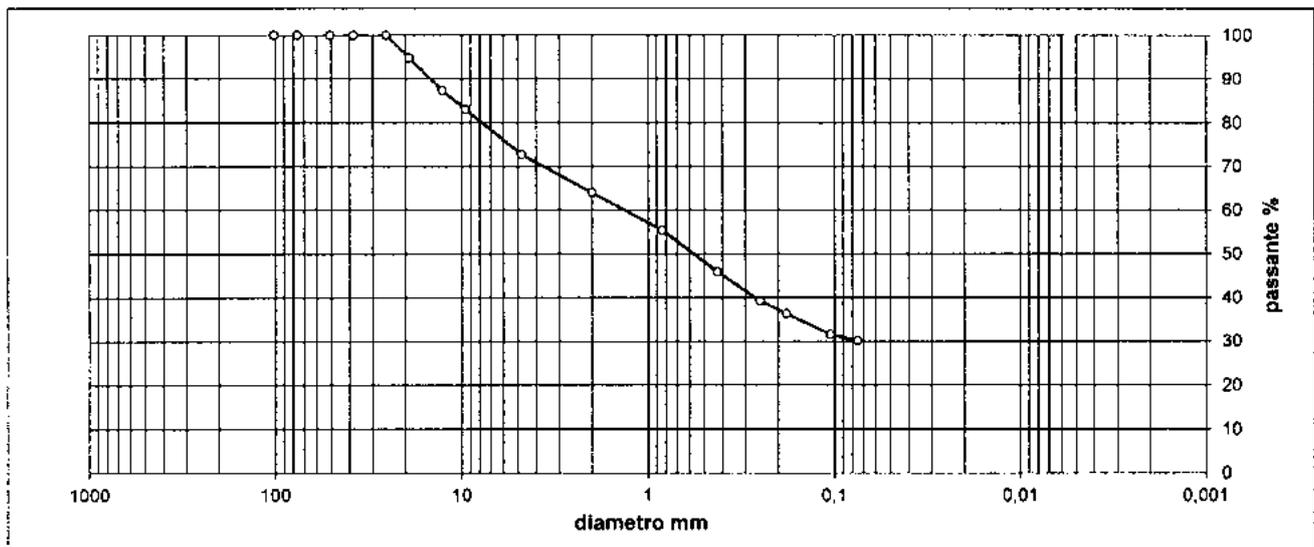
Camp.: CR3

Prof.: 22,50-23,00

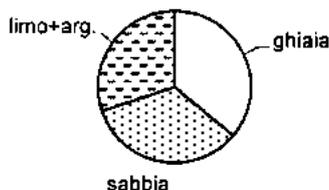
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	100,00
3/4"	19,10	5,21	94,79
1/2"	12,70	7,49	87,30
3/8"	9,52	4,29	83,01

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	10,37	72,64
No. 10	2,00	8,73	63,91
No. 20	0,84	8,54	55,37
No. 40	0,43	9,45	45,92
No. 60	0,25	6,68	39,24
No. 80	0,18	2,93	36,30
No. 140	0,105	4,73	31,58
No. 200	0,075	1,45	30,12



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	4,46	20,19	11,43	14,00	12,77	7,02	30,12



classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia e limo debolmente argilloso grigio

UNI 11531-1

Ig

USCS

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

norma di riferimento: ASTM D 422

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

**CERTIFICATO N°** **95722**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)

Sond./Prel.: S5

Camp.: CR1

Prof.: 2,00-3,00

**CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia e limo argilloso marrone

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95723**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S5

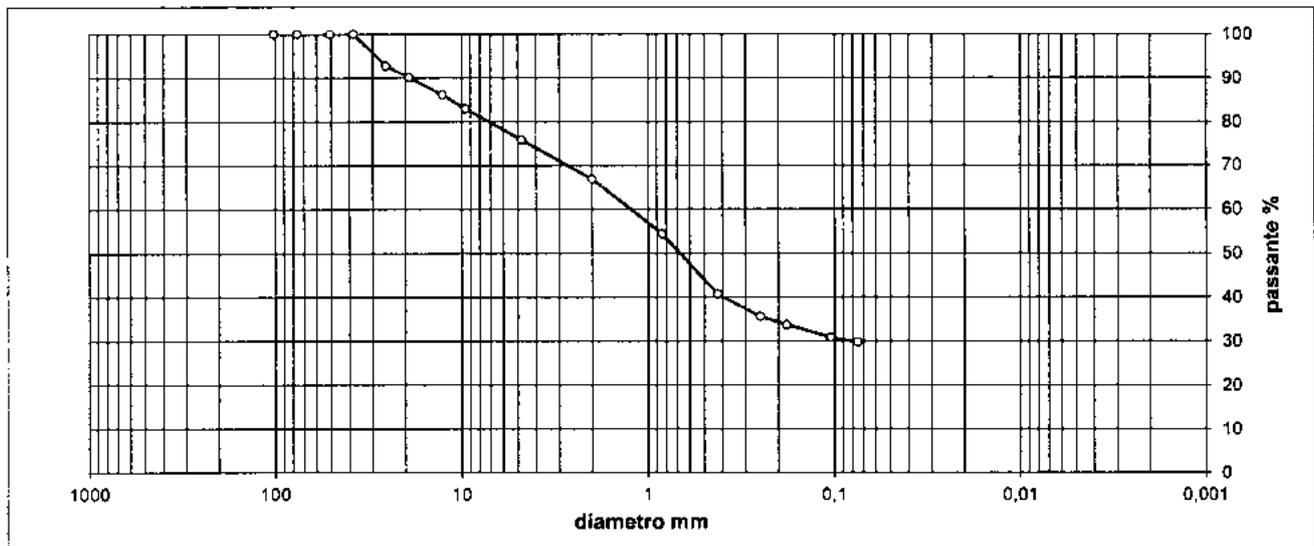
Camp.: CR1

Prof.: 2,00-3,00

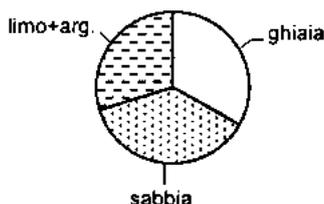
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	7,22	92,78
3/4"	19,10	2,65	90,13
1/2"	12,70	3,95	86,18
3/8"	9,52	3,21	82,97

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	7,13	75,84
No.10	2,00	9,01	66,83
No.20	0,84	12,50	54,33
No 40	0,43	13,67	40,66
No. 60	0,25	5,07	35,59
No. 80	0,18	1,92	33,67
No. 140	0,105	2,81	30,87
No. 200	0,075	1,13	29,73



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	9,49	12,81	10,87	20,40	12,20	4,49	29,73



classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia e limo argilloso marrone

UNI 11531-1

Ig

USCS

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Responsabile Laboratorio  
Dot. Pietro Daminato

norma di riferimento: ASTM D 422

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95724**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S5**Camp.: **CR2**Prof.: **5,50-6,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia e limo argilloso marrone

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95725**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S5

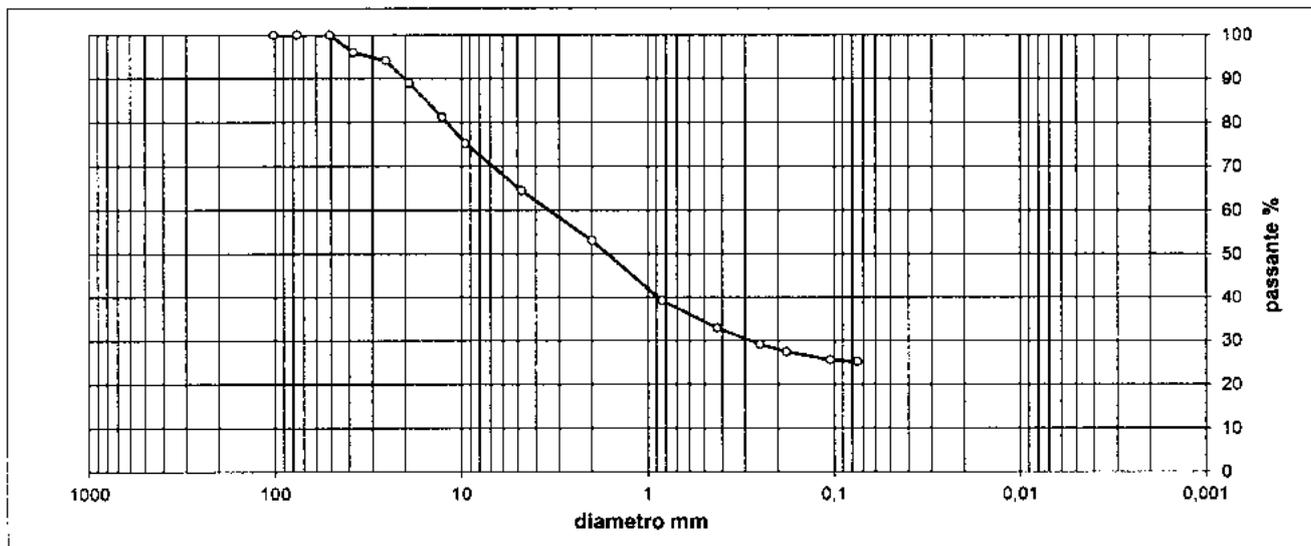
Camp.: CR2

Prof.: 5,50-6,00

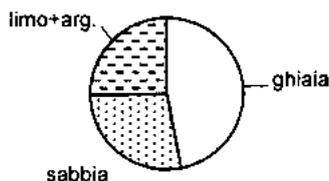
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	4,04	95,96
1"	25,40	1,75	94,21
3/4"	19,10	5,24	88,97
1/2"	12,70	7,78	81,19
3/8"	9,52	5,96	75,23

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	10,81	64,41
No.10	2,00	11,37	53,04
No.20	0,84	13,83	39,21
No. 40	0,43	6,32	32,89
No. 60	0,25	3,81	29,08
No. 80	0,18	1,85	27,43
No. 140	0,105	1,85	25,58
No. 200	0,075	0,40	25,18



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	10,28	22,49	14,19	17,49	7,65	2,72	25,18



classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia e limo argilloso marrone

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Piero A. Fiore

Dirttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95726**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)Sond./Prel.: **S5**Camp.: **CR3**Prof.: **18,00-19,00****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: ghiaia con rari ciottoli e con sabbia debolmente limosa grigia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: - - -



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95727**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S5

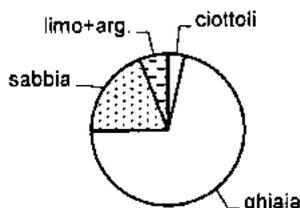
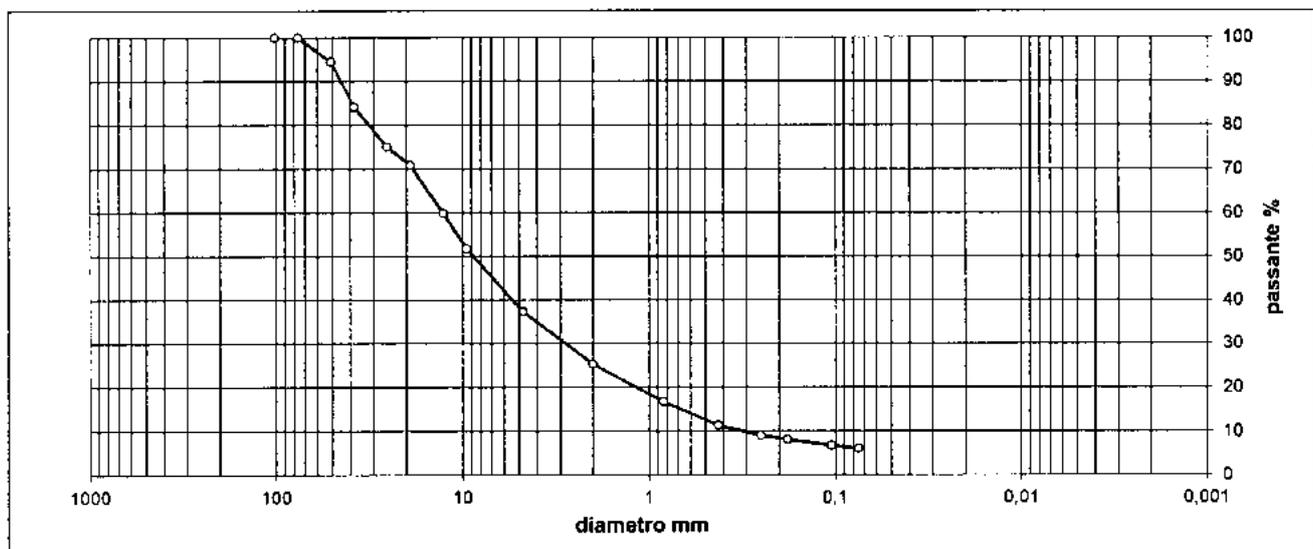
Camp.: CR3

Prof.: 18,00-19,00

### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	5,56	94,44
1" 1/2	38,10	10,35	84,10
1"	25,40	9,14	74,96
3/4"	19,10	4,14	70,82
1/2"	12,70	11,01	59,81
3/8"	9,52	8,09	51,73

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	14,43	37,30
No. 10	2,00	12,10	25,20
No. 20	0,84	8,50	16,70
No. 40	0,43	5,39	11,31
No. 60	0,25	2,34	8,97
No. 80	0,18	0,94	8,03
No. 140	0,105	1,41	6,62
No. 200	0,075	0,61	6,01



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
3,54	25,04	30,35	15,86	11,61	5,29	2,29	6,01

classificazione geotecnica: ghiaia con rari ciottoli e con sabbia debolmente limosa grigia

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95728**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di  
Monza (MB)

Sond./Prel.: S5

Camp.: CR4

Prof.: 23,50-24,00

**CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**

Classificazione geotecnica: sabbia con ghiaia e limo debolmente argilloso grigio

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **ND**lg **ND**Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: granulometria

Note: ---



legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dot. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **95729**

pag. 1/1

emesso il 28/11/17

Verbale di Accettazione n. 41017

data ricevimento campione 22/11/17

data prova 24/11/17

COMMITTENTE: eSERVICE S.r.l.

CANTIERE: Indagine Geognostica c/o area ex Cinema Maestoso via S. Andrea in Comune di Monza (MB)

Sond./Prel.: S5

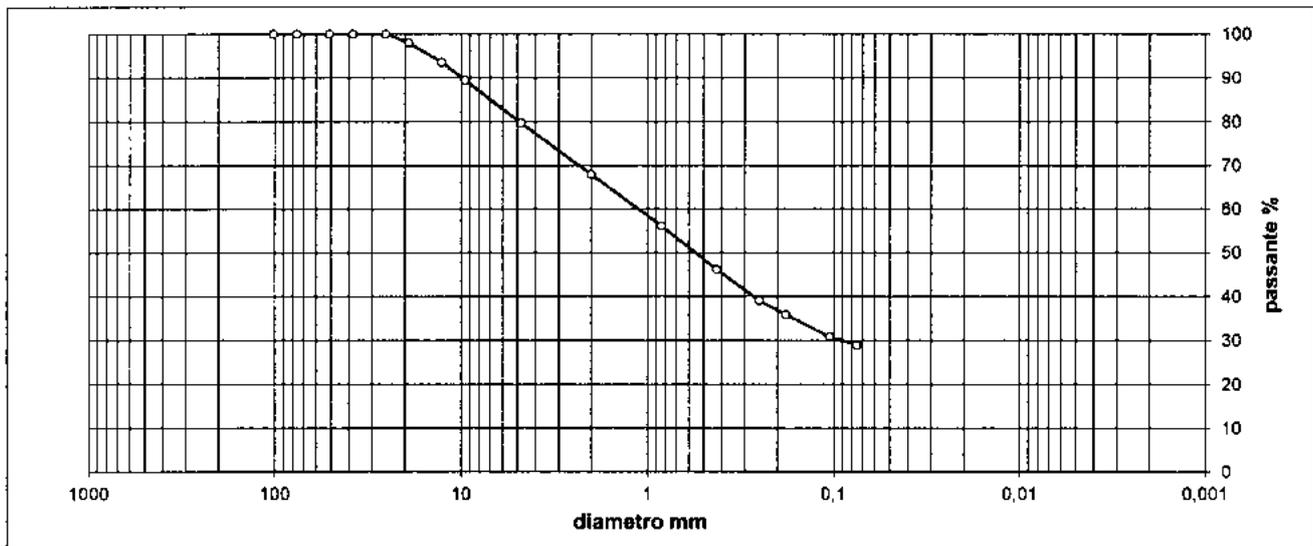
Camp.: CR4

Prof.: 23,50-24,00

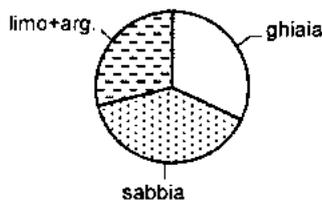
### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	100,00
3/4"	19,10	1,99	98,01
1/2"	12,70	4,47	95,53
3/8"	9,52	4,13	95,87

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	9,71	90,29
No. 10	2,00	11,78	88,22
No. 20	0,84	11,83	88,17
No. 40	0,43	9,93	90,07
No. 60	0,25	7,10	92,90
No. 80	0,18	3,18	96,82
No. 140	0,105	5,13	94,87
No. 200	0,075	1,82	98,18



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	1,70	16,07	14,31	17,58	13,56	7,86	28,93



classificazione geotecnica: sabbia con ghiaia e limo debolmente argilloso grigio

UNI 11531-1

Ig

USCS

norma di riferimento: ASTM D 422

Sperim.atore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

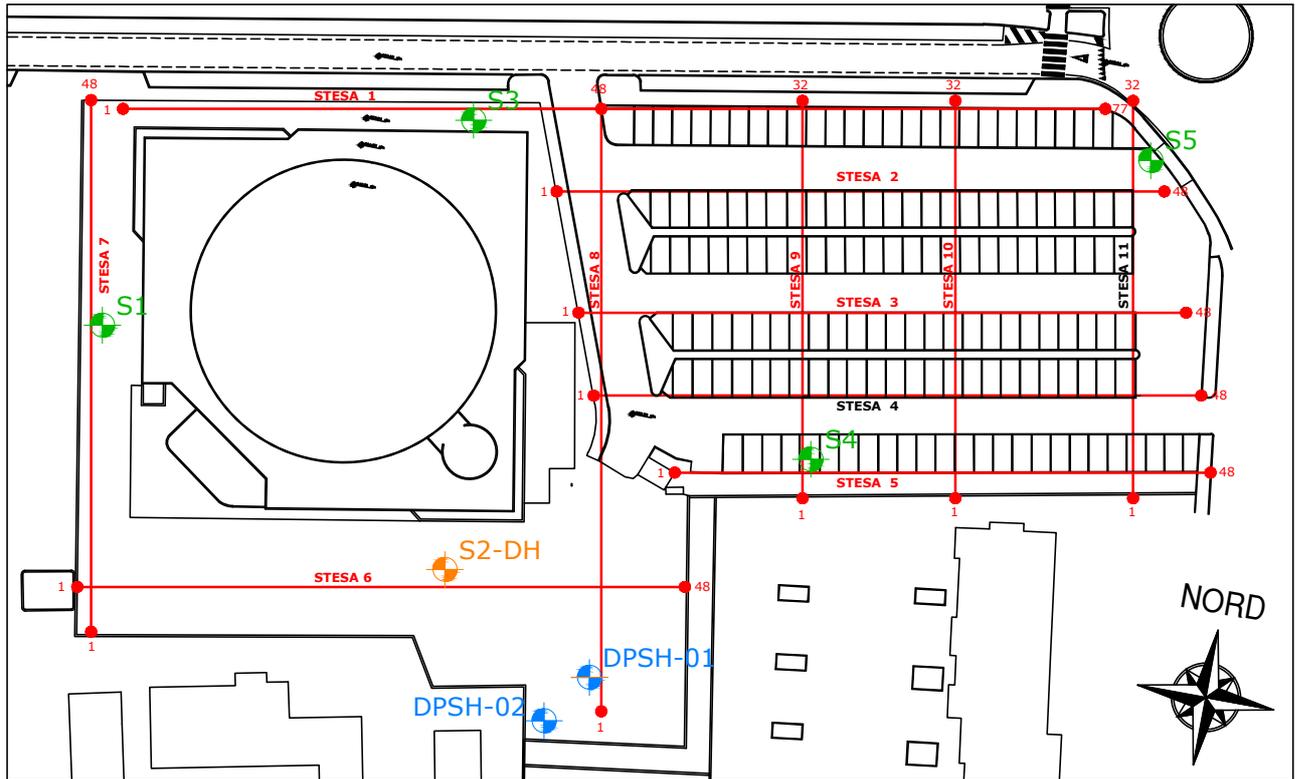
**EX CINEMA MAESTOSO  
VIA SANT'ANDREA n.23, MONZA (MB)  
ESECUZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA  
E GEOFISICA**

---

**RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE  
DINAMICHE**



# PLANIMETRIA (1:1000)



 S1 Sondaggio geognostico

 S2-DH Sondaggio geognostico attrezzato per prova Down Hole

 STESA 6 Stesa geoelettrica

 DPSH-01 Prova penetrometrica dinamica

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **TG 73-200**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

**CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 73-200**

PESO MASSA BATTENTE	M = 73,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,71 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,80 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,27 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,50 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 5,10 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,60 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,30$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(30) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 30 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 9,00 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,150$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t$ N )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

## UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  $\approx$  0,1 MPa  
1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 1**

Scala 1: 100

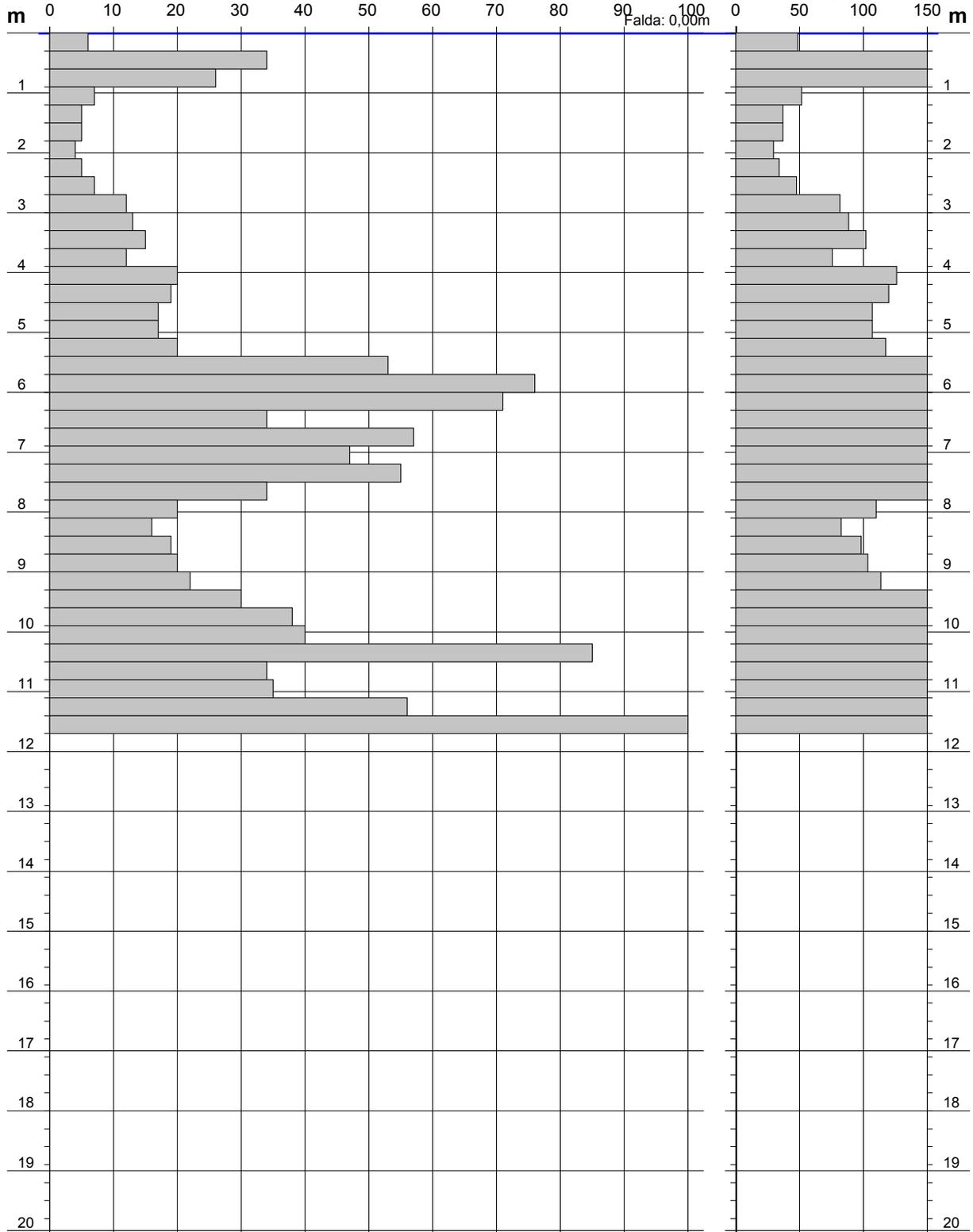
- cantiere : eService S.r.l.  
- lavoro : Ex cinema Maestoso  
- località : Via Sant'Andrea N.23, Monza (MB)

- data prova : 22/12/2017  
- quota inizio : P.C.  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- data emiss. : 22/12/2017

- note :

**N = N(30) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 30$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- cantiere : eService S.r.l.  
 - lavoro : Ex cinema Maestoso  
 - località : Via Sant'Andrea N.23, Monza (MB)

- data prova : 22/12/2017  
 - quota inizio : P.C.  
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
 - data emiss. : 22/12/2017

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,30	6	48,5	1	6,00 - 6,30	71	416,8	5
0,30 - 0,60	34	274,7	1	6,30 - 6,60	34	199,6	5
0,60 - 0,90	26	192,0	2	6,60 - 6,90	57	313,2	6
0,90 - 1,20	7	51,7	2	6,90 - 7,20	47	258,3	6
1,20 - 1,50	5	36,9	2	7,20 - 7,50	55	302,2	6
1,50 - 1,80	5	36,9	2	7,50 - 7,80	34	186,8	6
1,80 - 2,10	4	29,5	2	7,80 - 8,10	20	109,9	6
2,10 - 2,40	5	34,0	3	8,10 - 8,40	16	82,6	7
2,40 - 2,70	7	47,6	3	8,40 - 8,70	19	98,1	7
2,70 - 3,00	12	81,6	3	8,70 - 9,00	20	103,3	7
3,00 - 3,30	13	88,4	3	9,00 - 9,30	22	113,6	7
3,30 - 3,60	15	102,0	3	9,30 - 9,60	30	154,9	7
3,60 - 3,90	12	75,6	4	9,60 - 9,90	38	185,1	8
3,90 - 4,20	20	126,0	4	9,90 - 10,20	40	194,9	8
4,20 - 4,50	19	119,7	4	10,20 - 10,50	85	414,1	8
4,50 - 4,80	17	107,1	4	10,50 - 10,80	34	165,6	8
4,80 - 5,10	17	107,1	4	10,80 - 11,10	35	170,5	8
5,10 - 5,40	20	117,4	5	11,10 - 11,40	56	258,2	9
5,40 - 5,70	53	311,1	5	11,40 - 11,70	100	461,0	9
5,70 - 6,00	76	446,2	5				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 73-200**- M (massa battente)= **73,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,27 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,80 mm**- Numero Colpi Punta N = N(**30**) [  $\delta = 30$  cm ]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- cantiere : eService S.r.l.  
 - lavoro : Ex cinema Maestoso  
 - località : Via Sant'Andrea N.23, Monza (MB)

- data prova : 22/12/2017  
 - quota inizio : P.C.  
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
 - data emiss. : 22/12/2017

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,90	N	22,0	6	34	14,0	---	---	---	22	1,15	25
			Rpd	171,7	49	275	110,1	---	---	---	172		
2	0,90	2,70	N	5,5	4	7	4,8	1,2	4,3	6,7	6	1,15	7
			Rpd	39,4	30	52	34,5	8,4	31,0	47,9	43		
3	2,70	5,40	N	16,1	12	20	14,1	3,3	12,9	19,4	16	1,15	18
			Rpd	102,8	76	126	89,2	17,6	85,2	120,4	102		
4	5,40	7,80	N	53,4	34	76	43,7	15,3	38,1	68,6	53	1,15	61
			Rpd	304,3	187	446	245,6	92,4	211,9	396,7	302		
5	7,80	9,30	N	19,4	16	22	17,7	---	---	---	19	1,15	22
			Rpd	101,5	83	114	92,1	---	---	---	99		
6	9,30	11,40	N	45,4	30	85	37,7	19,3	26,1	64,7	45	1,15	52
			Rpd	220,5	155	414	187,7	91,8	128,6	312,3	219		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.90		25	57.5	34.5	384	2.02	1.64	---	---	---	---
2	0.90	2.70		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	---	---	---	---
3	2.70	5.40		18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	---	---	---	---
4	5.40	7.80		61	89.1	42.7	662	2.17	1.89	---	---	---	---
5	7.80	9.30		22	53.0	33.6	361	2.00	1.61	---	---	---	---
6	9.30	11.40		52	85.8	41.3	592	2.16	1.86	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

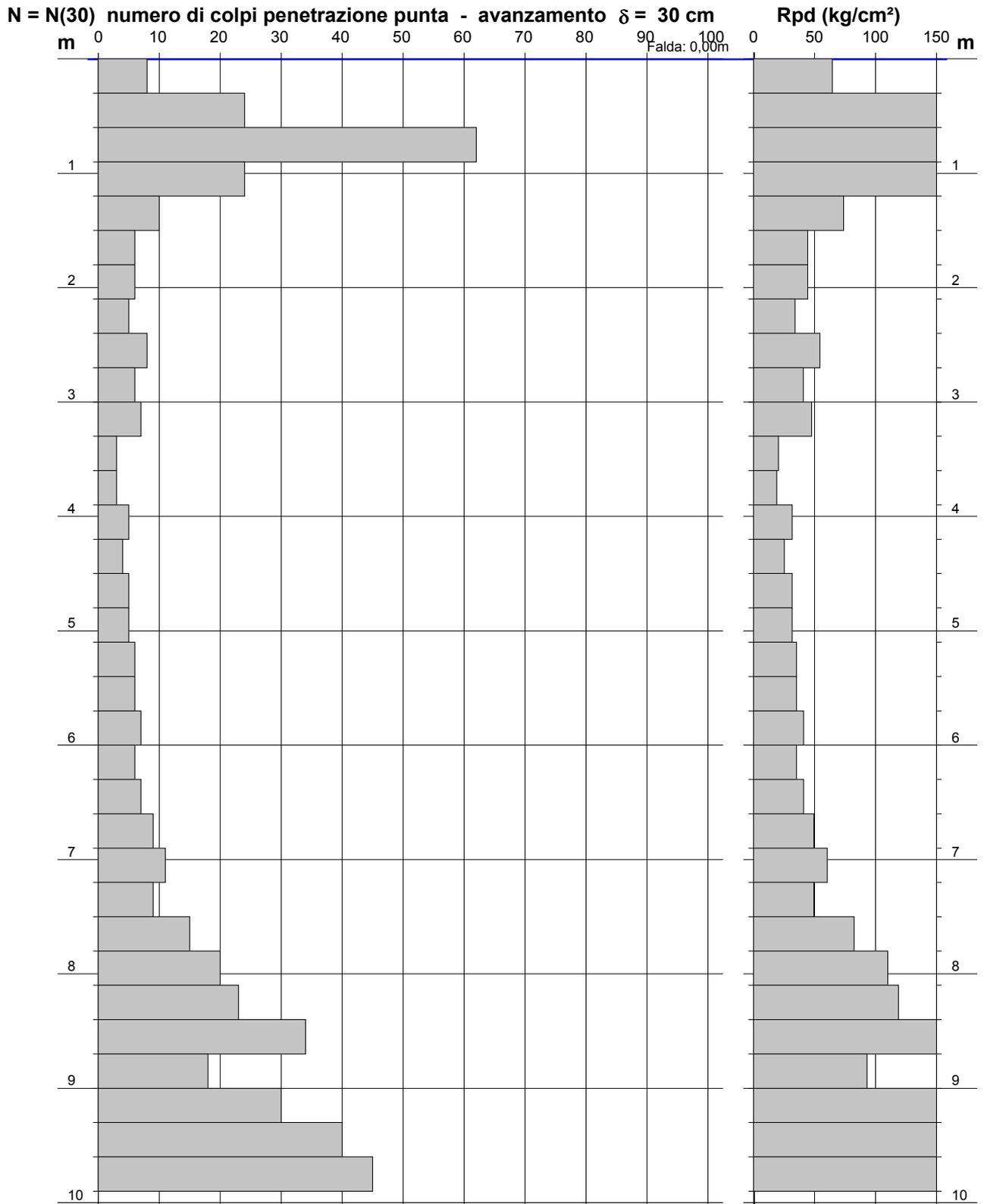
**DIN 2**

Scala 1: 50

- cantiere : eService S.r.l.  
- lavoro : Ex cinema Maestoso  
- località : Via Sant'Andrea N.23, Monza (MB)

- data prova : 22/12/2017  
- quota inizio : P.C.  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- data emiss. : 22/12/2017

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- cantiere : eService S.r.l.  
 - lavoro : Ex cinema Maestoso  
 - località : Via Sant'Andrea N.23, Monza (MB)

- data prova : 22/12/2017  
 - quota inizio : P.C.  
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
 - data emiss. : 22/12/2017

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,30	8	64,6	1	5,10 - 5,40	6	35,2	5
0,30 - 0,60	24	193,9	1	5,40 - 5,70	6	35,2	5
0,60 - 0,90	62	457,8	2	5,70 - 6,00	7	41,1	5
0,90 - 1,20	24	177,2	2	6,00 - 6,30	6	35,2	5
1,20 - 1,50	10	73,8	2	6,30 - 6,60	7	41,1	5
1,50 - 1,80	6	44,3	2	6,60 - 6,90	9	49,5	6
1,80 - 2,10	6	44,3	2	6,90 - 7,20	11	60,4	6
2,10 - 2,40	5	34,0	3	7,20 - 7,50	9	49,5	6
2,40 - 2,70	8	54,4	3	7,50 - 7,80	15	82,4	6
2,70 - 3,00	6	40,8	3	7,80 - 8,10	20	109,9	6
3,00 - 3,30	7	47,6	3	8,10 - 8,40	23	118,8	7
3,30 - 3,60	3	20,4	3	8,40 - 8,70	34	175,6	7
3,60 - 3,90	3	18,9	4	8,70 - 9,00	18	93,0	7
3,90 - 4,20	5	31,5	4	9,00 - 9,30	30	154,9	7
4,20 - 4,50	4	25,2	4	9,30 - 9,60	40	206,6	7
4,50 - 4,80	5	31,5	4	9,60 - 9,90	45	219,2	8
4,80 - 5,10	5	31,5	4				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 73-200**- M (massa battente)= **73,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,27 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,80 mm**- Numero Colpi Punta N = N(**30**) [  $\delta = 30$  cm ]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- cantiere : eService S.r.l.  
 - lavoro : Ex cinema Maestoso  
 - località : Via Sant'Andrea N.23, Monza (MB)

- data prova : 22/12/2017  
 - quota inizio : P.C.  
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
 - data emiss. : 22/12/2017

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00 1,20	N	29,5	8	62	18,8	---	---	---	30	1,15	35
		Rpd	223,4	65	458	144,0	---	---	---	227		
2	1,20 7,50	N	6,4	3	11	4,7	2,1	4,3	8,5	6	1,15	7
		Rpd	40,3	19	74	29,6	13,1	27,2	53,3	38		
3	7,50 9,90	N	28,1	15	45	21,6	10,9	17,2	39,0	28	1,15	32
		Rpd	145,1	82	219	113,7	51,9	93,1	197,0	145		

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,15$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

### Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.20		35	70.0	37.3	461	2.08	1.73	---	---	---	---
2	1.20 7.50		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	---	---	---	---
3	7.50 9.90		32	67.0	36.5	438	2.06	1.71	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**EX CINEMA MAESTOSO**  
**VIA SANT'ANDREA n.23, MONZA (MB)**  
**ESECUZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA**  
**E GEOFISICA**

---

**CATENA DI CUSTODIA CAMPIONI**  
**RIMANEGGIATI DI TIPO AMBIENTALE**



**Catena di Custodia Terreni**

<b>N. Progetto:</b>	G.169.2017
<b>Laboratorio:</b>	CSA S.p.A.
<b>Committente:</b>	Eservice S.r.l.
<b>Cantiere:</b>	Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)

<b>Compilatore:</b> <b>Giancarlo Poli</b>	
<b>Data compilazione:</b> <b>21/12/2017</b>	<b>Pag.:</b> <b>1/1</b>

**Soil Package #1:**

Metalli (Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Cromo IV, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco)  
 Idrocarburi pesanti (C>12)  
 BTEX  
 IPA  
 Amianto

**Soil Package #2:**

ID CAMPIONE	Terreni			Data di prelievo	Tipologia campione	Soil Package #1	Soil Package #2
	Vasetti 500 ml	Sacchetto	Barattolo				
1	S1-CA1 (0.00÷1.00 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
2	S1-CA2 (3.50÷4.50 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
3	S1-CA3 (4.00÷8.00 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
4	S2-CA1 (0.00÷1.00 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
5	S2-CA2 (3.50÷4.50 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
6	S2-CA3 (4.00÷8.00 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
7	S3-CA1 (0.00÷1.00 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
8	S3-CA2 (3.50÷4.50 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
9	S4-CA1 (0.00÷1.00 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
10	S4-CA2 (3.50÷4.50 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
11	S4-CA3 (4.00÷8.00 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
12	S5-CA1 (4.00÷8.00 m)	1		21/12/2017	terreno	X	
13	S1÷S4-(>20 mm) (0.00÷4.50 m)		1	21/12/2017	terreno		
<b>TOTALI</b>		12	1	0			

**NOTE:**

- 1) Prima di procedere al confezionamento dei campioni, il materiale è stato omogeneizzato, quartato e vagliato al setaccio di maglia 20 mm.
- 2) Per i campioni superficiale e intermedio prelevati è stata conservata anche la porzione setacciata  $\phi > 20$  mm, per eventuali analisi integrative (test di cesione); il campione è stato nominato S1÷S4-(>20mm) (0.00÷4.50 m).
- 3) Le concentrazioni rilevate dovranno essere confrontate con i limiti previsti dalla normativa vigente per i siti ad uso commerciale o industriale, ovvero con le CSC della Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV, del D.Lgs. 152/06.



**EX CINEMA MAESTOSO  
VIA SANT'ANDREA n.23, MONZA (MB)  
ESECUZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA  
E GEOFISICA**

---

**CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE**



Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-001 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-001**  
Descrizione campione: **Terreno S1-C1 (0,00-1,00m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	58,0	± 2,9	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	97,6	± 4,9	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	4	± 1	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,12	± 0,02	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	3,2	± 0,5	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	14,5	± 2,2	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,022	± 0,003	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	11,9	± 1,8	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	22	± 3	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	9,0	± 1,0	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	28,0	± 4,0	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-001 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	0,01	± 0,01	0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	0,04	± 0,01	0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	0,03	± 0,01	0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	0,03	± 0,01	0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	0,03	± 0,01	0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	0,03	± 0,01	0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	0,01	± 0,01	0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	0,02	± 0,01	0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	0,01	± 0,01	0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	0,02	± 0,01	0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-001 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	0,18	± 0,04	0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
<b>IDROCARBURI</b>	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	36	± 9	5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
<b>ALTRE SOSTANZE</b>	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dott. DAN  
(Dr. Ivan Fagiolino)  
FAGIOLINO  
CHIMICO  
ROMAGNA  
1688  
17

Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-002 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-002**  
Descrizione campione: **Terreno S1-C2 (3,50-4,50m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	26,9	± 1,3	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	97,8	± 4,9	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	7	± 1	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,28	± 0,04	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	7,6	± 1,1	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	26,4	± 4,0	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,040	± 0,010	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	34,0	± 5,0	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	9	± 1	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	15,2	± 2,3	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	37,2	± 5,6	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-002 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-002 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
<b>IDROCARBURI</b>	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	7	± 2	5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
<b>ALTRE SOSTANZE</b>	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dott. DAN  
(Dr. Ivan Fagiolino)  
FAGIOLINO  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688  
INTERPROVINCIALE DEI CHIMICI DELLA  
EMILIA ROMAGNA

Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-003 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-003**  
Descrizione campione: **Terreno S1-C3 (4,00-8,00m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	34,6	± 1,7	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	92,7	± 4,6	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	5	± 1	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,19	± 0,03	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	4,4	± 0,7	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	17,8	± 2,7	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,009	± 0,001	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	15,6	± 2,3	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	5	± 1	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	8,5	± 1,3	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	24,9	± 3,7	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-003 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-003 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
IDROCARBURI	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	< 5		5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
ALTRE SOSTANZE	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dr. Ivan Fagiolino  
**FAGIOLINO**  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688

Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-004 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-004**  
Descrizione campione: **Terreno S2-C1 (0,00-1,00m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	20,2	± 1,0	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	96,8	± 4,8	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	9	± 1	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,36	± 0,05	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	9,3	± 1,4	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	35,7	± 5,4	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,067	± 0,010	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	29,5	± 4,4	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	26	± 4	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	21,3	± 3,2	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	65,6	± 9,8	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-004 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	0,01	± 0,01	0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	0,03	± 0,01	0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	0,03	± 0,01	0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	0,02	± 0,01	0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	0,02	± 0,01	0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	0,03	± 0,01	0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	0,01	± 0,01	0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	0,02	± 0,01	0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	0,01	± 0,01	0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	0,01	± 0,01	0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-004 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	0,15	± 0,03	0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
<b>IDROCARBURI</b>	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	8	± 3	5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
<b>ALTRE SOSTANZE</b>	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dr. Ivan Fagiolino  
**FAGIOLINO**  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688



Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-005 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-005**  
Descrizione campione: **Terreno S2-C2 (3,50-4,50m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	16,7	± 0,8	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	95,5	± 4,8	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	14	± 2	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,38	± 0,06	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	12,9	± 1,9	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	39,3	± 5,9	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,035	± 0,005	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	40,3	± 6,0	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	13	± 2	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	18,7	± 2,8	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	63,2	± 9,5	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-005 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	0,02	± 0,01	0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-005 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
<b>IDROCARBURI</b>	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	9	± 3	5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
<b>ALTRE SOSTANZE</b>	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dott. DAN  
(Dr. Ivan Fagiolino)  
FAGIOLINO  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688  
INTERPROVINCIALE DEI CHIMICI DELLA  
EMILIA ROMAGNA

Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-006 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-006**  
Descrizione campione: **Terreno S2-C3 (4,00-8,00m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	16,5	± 0,8	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	95,6	± 4,8	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	8	± 1	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,29	± 0,10	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	10,8	± 1,6	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	45,3	± 4,9	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,039	± 0,006	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	38,3	± 4,0	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	10	± 1	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	46,2	± 5,2	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	60,0	± 9,4	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-006 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	0,02	± 0,01	0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-006 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
<b>IDROCARBURI</b>	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	11	± 3	5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
<b>ALTRE SOSTANZE</b>	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dr. Ivan Fagiolino  
**FAGIOLINO**  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688

Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-007 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-007**  
Descrizione campione: **Terreno S3-C1 (0,00-1,00m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	35,2	± 1,8	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	97,9	± 4,9	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	6	± 1	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,24	± 0,04	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	6,3	± 0,9	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	23,6	± 3,5	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,038	± 0,006	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	24,9	± 3,7	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	9	± 1	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	12,4	± 1,9	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	31,6	± 4,7	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-007 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	0,01	± 0,01	0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-007 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
IDROCARBURI	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	8	± 3	5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
ALTRE SOSTANZE	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dott. DAN  
(Dr. Ivan Fagiolino)  
FAGIOLINO  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688  
INTERPROVINCIALE DEI CHIMICI DELLA  
EMILIA ROMAGNA

Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-008 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-008**  
Descrizione campione: **Terreno S3-C2 (3,50-4,50m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	31,2	± 1,6	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	98,5	± 4,9	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	8	± 1	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,35	± 0,05	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	8,5	± 1,3	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	35,3	± 5,3	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,020	± 0,003	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	52,4	± 7,9	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	10	± 2	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	18,8	± 2,8	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	40,6	± 6,1	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-008 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-008 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
<b>IDROCARBURI</b>	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	6	± 2	5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
<b>ALTRE SOSTANZE</b>	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dott. DAN  
(Dr. Ivan Fagiolino)  
FAGIOLINO  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688  
INTERPROVINCIALE DEI CHIMICI DELLA  
EMILIA ROMAGNA

Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-009 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-009**  
Descrizione campione: **Terreno S4-C1 (0,00-1,00m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	13,7	± 0,7	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	97,1	± 4,9	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	12	± 2	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,32	± 0,05	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	11,4	± 1,7	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	42,0	± 6,0	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,036	± 0,005	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	31,9	± 4,8	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	16	± 2	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	16,5	± 2,5	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	55,8	± 8,4	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-009 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	0,01	± 0,01	0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-009 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
<b>IDROCARBURI</b>	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	10	± 3	5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
<b>ALTRE SOSTANZE</b>	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dr. Ivan Fagiolino  
**FAGIOLINO**  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688

Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-010 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-010**  
Descrizione campione: **Terreno S4-C2 (3,50-4,50m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	23,7	± 1,2	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	97,8	± 4,9	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	7	± 1	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,27	± 0,04	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	6,9	± 1,0	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	24,9	± 3,7	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,056	± 0,008	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	33,1	± 5,0	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	10	± 2	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	16,7	± 2,5	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	59,4	± 8,9	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-010 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	0,01	± 0,01	0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-010 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
IDROCARBURI	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	11	± 3	5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
ALTRE SOSTANZE	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dr. Ivan Fagiolino  
**FAGIOLINO**  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688

Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-011 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-011**  
Descrizione campione: **Terreno S4-C3 (4,00-8,00m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	20,2	± 1,0	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	94,3	± 4,7	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	6	± 1	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,21	± 0,03	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	5,1	± 0,8	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	17,5	± 2,6	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,013	± 0,002	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	21,5	± 3,2	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	6	± 1	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	10,5	± 1,6	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	28,2	± 4,2	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-011 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-011 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
<b>IDROCARBURI</b>	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	< 5		5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
<b>ALTRE SOSTANZE</b>	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dr. Ivan Fagiolino  
**FAGIOLINO**  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688

Rimini, lì 16/01/2018

## RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-012 DEL 16/01/2018

Studio: **1718831**  
Data di ricevimento: **28/12/2017**  
Commessa/lotto: **Ex Cinema Maestoso - Via Sant'Andrea-Monza (MB)**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **21/12/2017**  
Codice campione: **1718831-012**  
Descrizione campione: **Terreno S5-C1 (4,00-8,00m)**  
Data inizio prova: **28/12/2017**

Committente:  
**S.In.Ge.A. S.r.l.**

**Via Mantova, 307**  
**25018 MONTICHIARI (BS)**

Data fine prova: **10/01/2018**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Scheletro	% s.s.	29,5	± 1,5	0,1			DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	
Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	96,1	± 4,8	0,1			CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	
COMPOSTI INORGANICI	-						-	
Arsenico	mg/Kg s.s.	4	± 1	1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,18	± 0,03	0,05	2	15	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cobalto	mg/Kg s.s.	5,1	± 0,8	0,5	20	250	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo totale	mg/Kg s.s.	20,2	± 3,0	0,5	150	800	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,017	± 0,003	0,005	1	5	EPA 7473 2007	
Nichel	mg/Kg s.s.	16,8	± 2,5	0,5	120	500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Piombo	mg/Kg s.s.	5	± 1	1	100	1000	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Rame	mg/Kg s.s.	8,4	± 1,3	0,5	120	600	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
Zinco	mg/Kg s.s.	25,7	± 3,9	0,5	150	1500	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-						-	
Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,1	2	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-012 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	0,5	50	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	1	100	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-						-	
Naftalene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01			EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Pirene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)antracene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Crisene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(b)fluorantene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(k)fluorantene (E)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(a)pirene (F)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Indeno(1,2,3-cd)pire ne (G)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)antracene (H)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Benzo(ghi)perilene (I)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1718831-012 del 16/01/2018

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs n° 152/2006 Uso verde pub. priv. e res.	D. Lgs n° 152/2006 Uso commerc. e industriale	Metodi	Param. Accred.
Dibenzo(a,e)pirene (L)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,h)pirene (M)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,i)pirene (N)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Dibenzo(a,l)pirene (O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
Somm. policiclici aromatici (da A a O)	mg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	10	100	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017	
<b>IDROCARBURI</b>	-						-	
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	< 5		5	50	750	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	
<b>ALTRE SOSTANZE</b>	-						-	
Amianto (fibre libere)	mg/Kg s.s.	< 100		100	1000	1000	Allegato 1B DM 06/09/1994	*

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

Param. Accred. = Parametri Accreditati

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

s.s. = sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura  $k=2,26$  per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori  
Il Direttore  
Dott. DAN  
(Dr. Ivan Fagiolino)  
FAGIOLINO  
CHIMICO  
ROMAGNA  
A1688  
INTERPROVINCIALE DEI CHIMICI DELLA  
EMILIA ROMAGNA



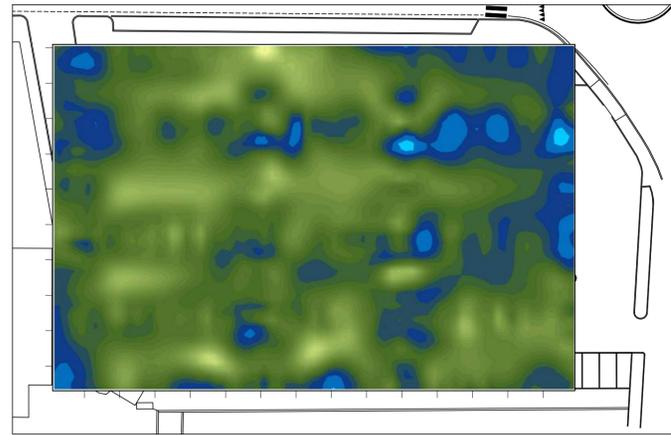
**EX CINEMA MAESTOSO  
VIA SANT'ANDREA n.23, MONZA (MB)  
ESECUZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA  
E GEOFISICA**

---

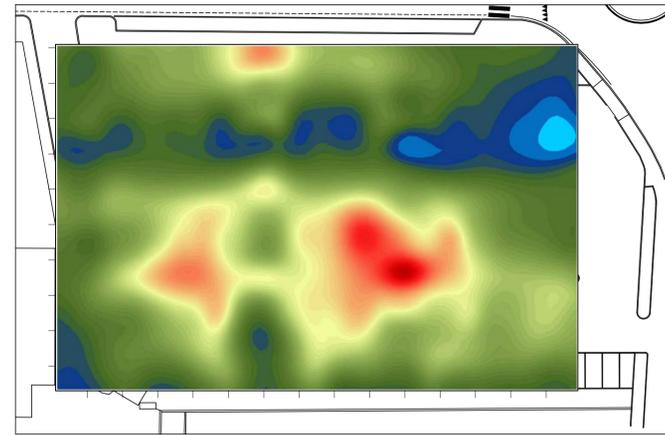
**TAVOLE SEZIONI GEOELETTRICHE  
ORIZZONTALI E VERTICALI**



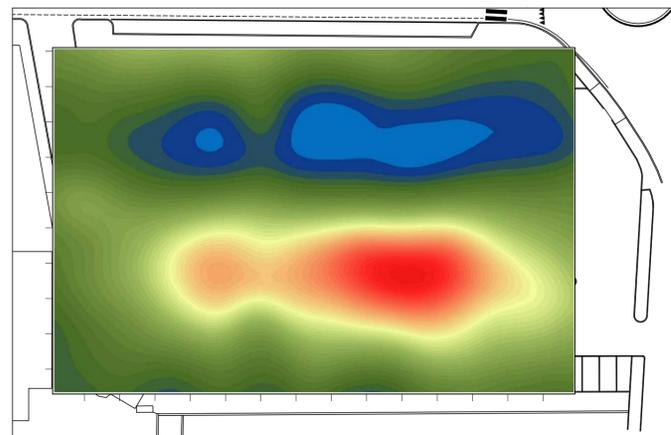
Sezione orizzontale quota -2,5 m



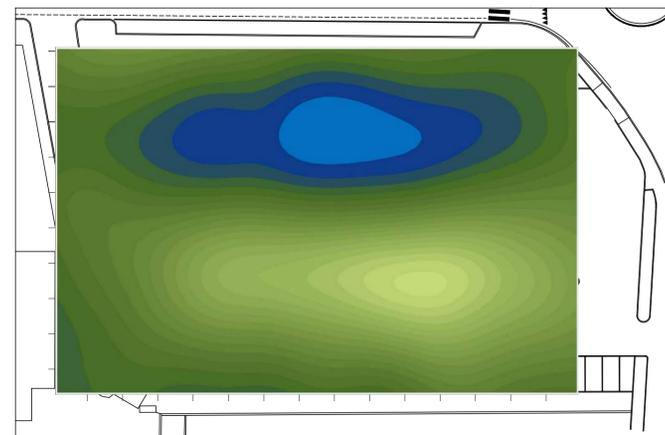
Sezione orizzontale quota -4,5 m



Sezione orizzontale quota -7,5 m



Sezione orizzontale quota -10,5 m

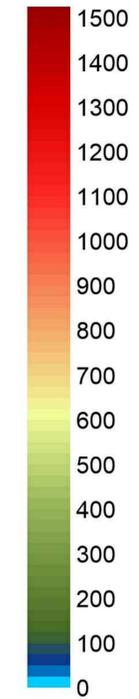


**LEGENDA**

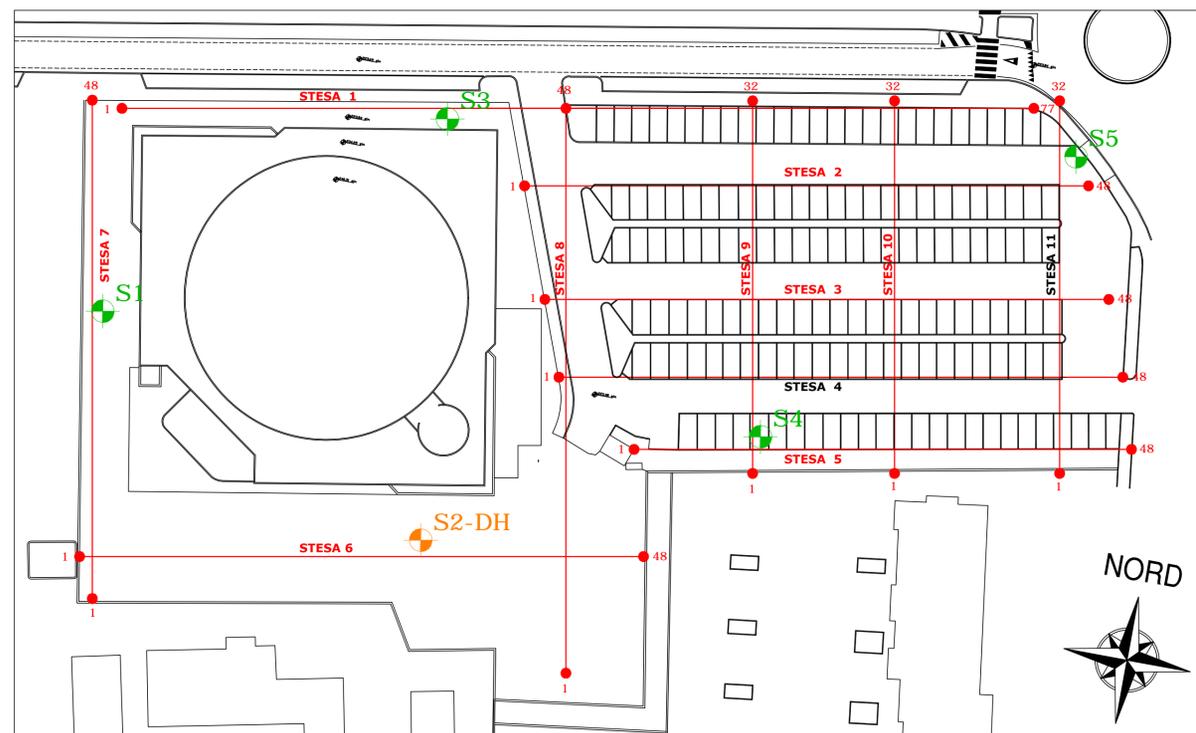
- STESA DI TOMOGRAFIA ELETTRICA
- SONDAGGI GEOGNOSTICI
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO CON ESECUZIONE DI PROVA DOWN HOLE

**RESISTIVITÀ REALE**

Ohm\*m



**PLANIMETRIA**



PROGETTO :

Comune di Monza (MB)  
 PROGETTO ESECUTIVO OPERE DI SOSTEGNO  
 PRESSO L'AREA DI VIA SANT'ANDREA, 23  
 EX CINEMA MAESTOSO

COMMITTENTE :

**eSERVICE S.R.L.**

DENOMINAZIONE ELABORATO :

**INDAGINE GEOELETRICA CON METODO TOMOGRAFICO  
 PLANIMETRIA UBICAZIONI STESE E  
 SEZIONI GEOELETRICHE ORIZZONTALI**



**S.In.Ge.A. s.r.l.**  
 SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Sede Legale: Via Mantova, 307 - 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988  
 Sede operativa: Via Enrico Fermi, 18 - 25013 Carpenedolo (BS)  
 Uffici: Via Antonio Meucci, 25 - 25013 Carpenedolo (BS) - Telefono: 030.9982413 - Fax: 030.9698872  
 web: <http://www.singea.it> - E-mail: [info@singea.it](mailto:info@singea.it)

TAVOLA :

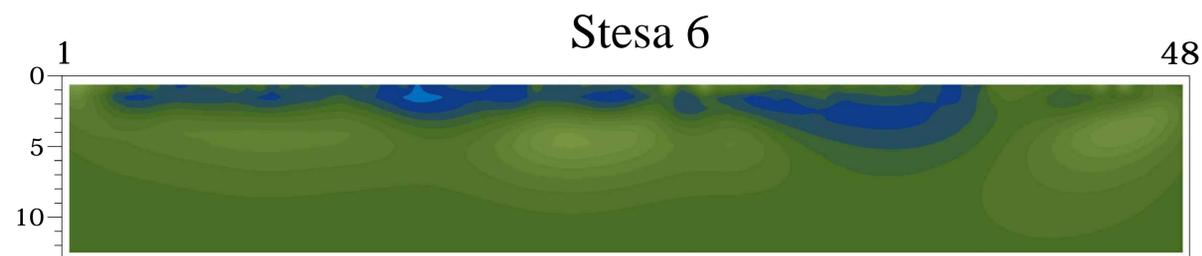
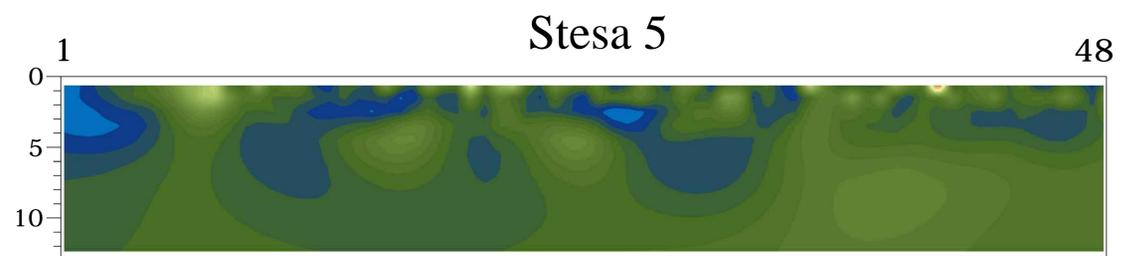
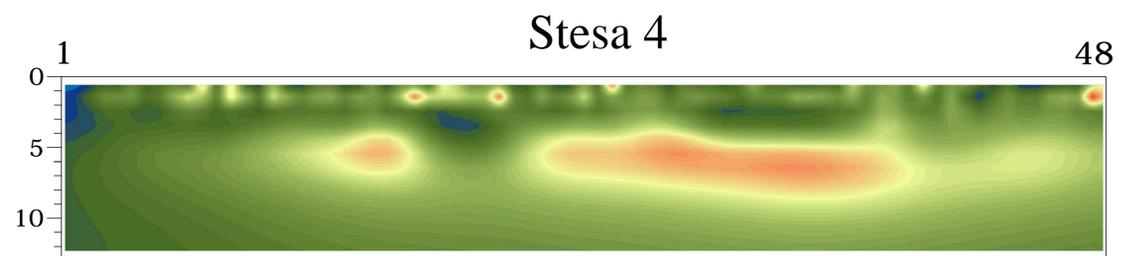
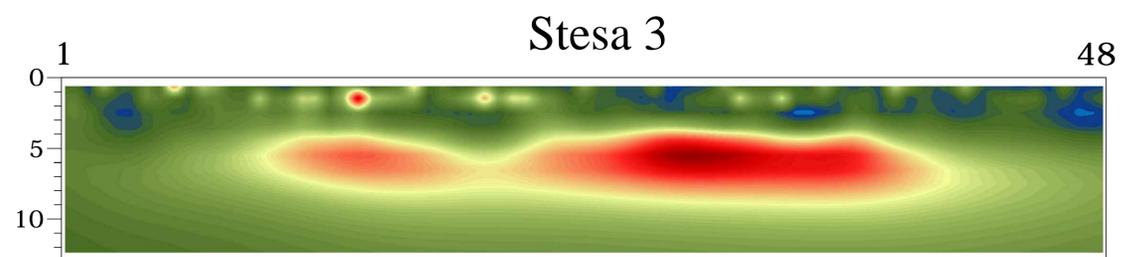
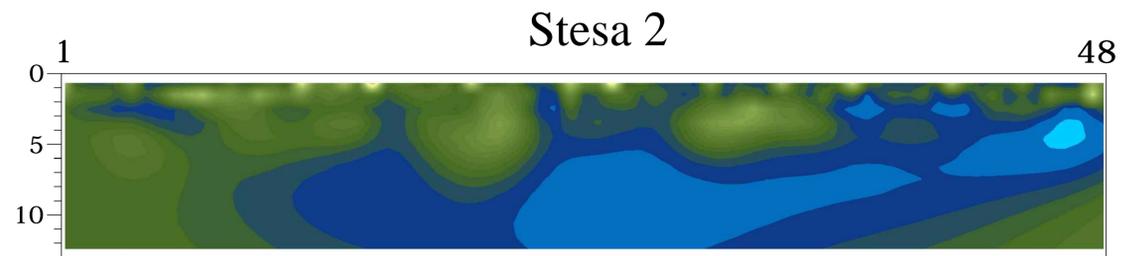
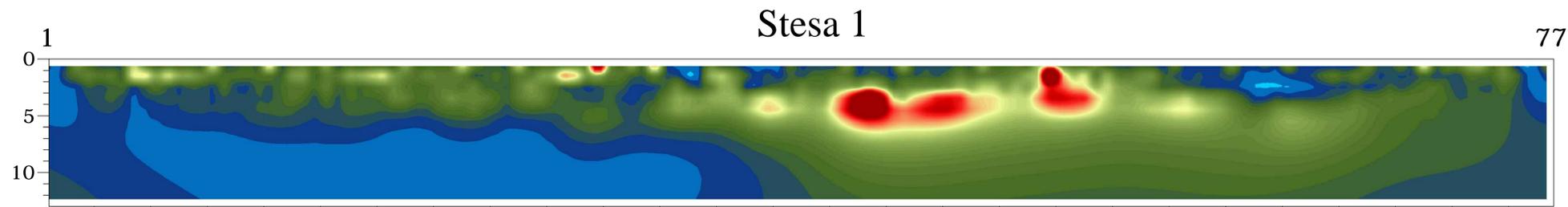
**1**

N°	REVISIONE	DATA	APPROVATO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			

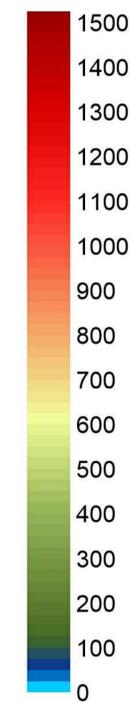
N. <u>1</u> di <u>1</u>		
DATA: Dicembre 2017	Verif.	Appr.
SCALA: 1:1.000		
Sostituisce il _____		
Sostituito dal _____		

TIMBRI

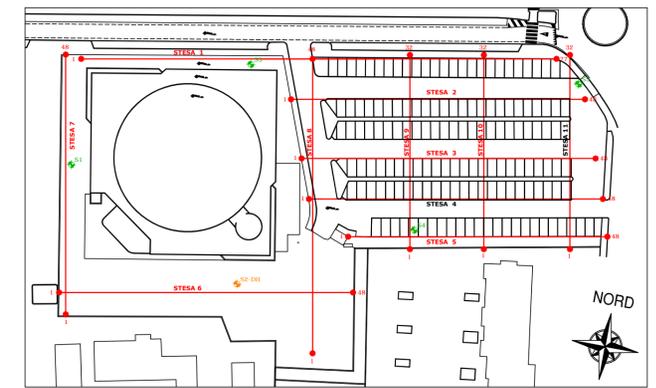




**RESISTIVITÀ REALE**  
Ohm\*m



**UBICAZIONE STESE**



Scala 1:2.000

PROGETTO :  
**Comune di Monza (MB)**  
**PROGETTO ESECUTIVO OPERE DI SOSTEGNO**  
**PRESSO L'AREA DI VIA SANT'ANDREA, 23**  
**EX CINEMA MAESTOSO**

COMMITTENTE :  
**eSERVICE S.R.L.**

DENOMINAZIONE ELABORATO :  
**INDAGINE GEOELETTRICA CON METODO TOMOGRAFICO**  
**SEZIONI GEOELETTRICHE 1-6**

**S.In.Ge.A. s.r.l.**  
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI  
Sede Legale: Via Mantova, 307 - 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988  
Sede operativa: Via Enrico Fermi, 18 - 25013 Carpenedolo (BS)  
Uffici: Via Antonio Meucci, 26 - 25013 Carpenedolo (BS) - Telefono: 030.9982413 - Fax: 030.9698872  
web: <http://www.singea.it> - E-mail: [info@singea.it](mailto:info@singea.it)

TAVOLA :  
**2**

N°	REVISIONE	DATA	APPROVATO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			

N. \_\_\_\_\_

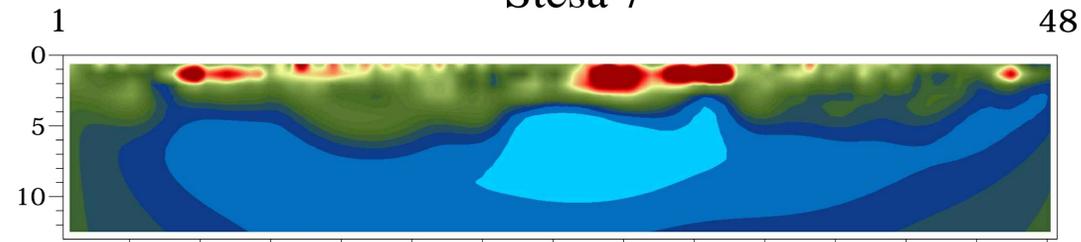
DATA: Dicembre 2017	Verif.	Appr.
SCALA: 1:500		
Sostituisce il _____		
Sostituito dal _____		

TIMBRI

--	--	--



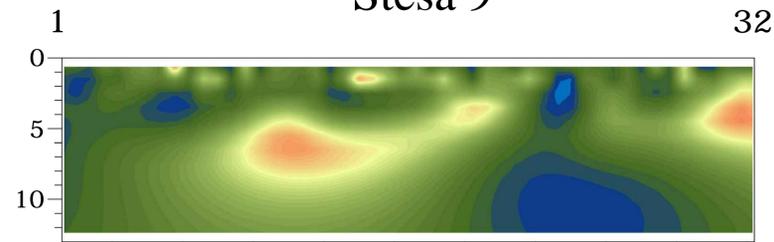
Stesa 7



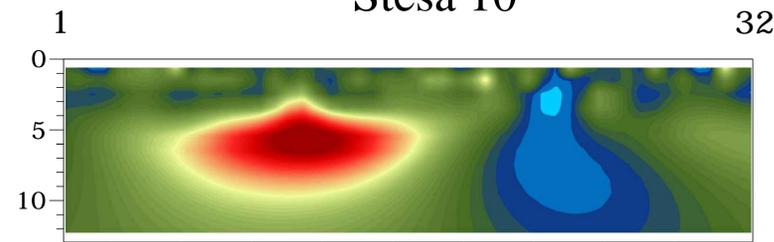
Stesa 8



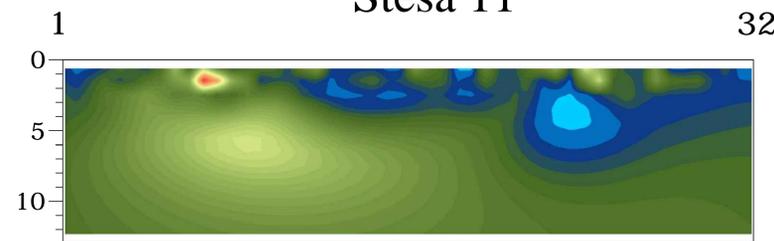
Stesa 9



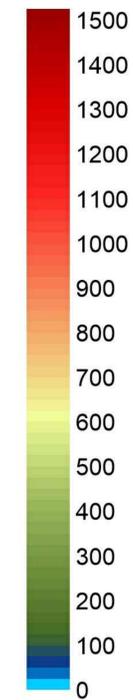
Stesa 10



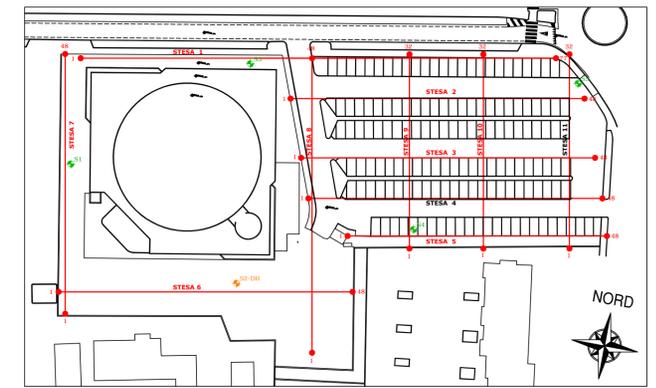
Stesa 11



RESISTIVITÀ REALE  
Ohm\*m



UBICAZIONE STESE



Scala 1:2.000

PROGETTO :

Comune di Monza (MB)  
**PROGETTO ESECUTIVO OPERE DI SOSTEGNO  
 PRESSO L'AREA DI VIA SANT'ANDREA, 23  
 EX CINEMA MAESTOSO**

COMMITTENTE :

**eSERVICE S.R.L.**

DENOMINAZIONE ELABORATO :

**INDAGINE GEOELETTRICA CON METODO TOMOGRAFICO  
 SEZIONI GEOELETTRICHE 7-11**



**S.In.Ge.A. s.r.l.**  
 SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Sede Legale: Via Mantova, 307 - 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988  
 Sede operativa: Via Enrico Fermi, 18 - 25013 Carpenedolo (BS)  
 Uffici: Via Antonio Meucci, 25 - 25013 Carpenedolo (BS) - Telefono: 030.9982413 - Fax: 030.9698872  
 web: <http://www.singea.it> - E-mail: [info@singea.it](mailto:info@singea.it)

TAVOLA :

**3**

N°	REVISIONE	DATA	APPROVATO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			

N. 11111111111111111111

DATA: Dicembre 2017 Verif. Appr.

SCALA: 1:500

Sostituisce il \_\_\_\_\_

Sostituito dal \_\_\_\_\_

TIMBRI

