



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

RTI Progettisti:



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE - DIRETTRICE CORTICELLA-CASTEL MAGGIORE)



Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 - Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



Studi specialistici Geologia Relazione geologica e idrogeologica

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE

ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA

ING. BARBARA BARALDI

GEOM. AGNESE FERRO

Aech. VIRGINIA BORRELLO

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

Gruppo di Progettazione:

Ing. Alessandro Piazza (Coordinatore Tecnico)
Ing. Santi Caminiti (Progetto sistemi tranviari)
Ing. Andrea Spinosa (Studi Trasportistici)
Arch. Sebastiano Fulci De Sarno (Prog. Architettonico e Inser. Urbanistico)
Ing. Sergio Di Nicola (Sovrastruttura Tranviaria)
Ing. Jeremie Wajs (Impianti Tecnologici)
Ing. Maurizio Falzea (Esperto Armamento)
Ing. Giorgio Coletti (Progettazione Funzionale Depositi)
Ing. Pietro Caminiti (Viabilità Interferente)
Ing. Stefano Tortella (Opere Strutturali)
Ing. Andrea Carlucci (Esperto Impianti Elettro-ferroviari)
Ing. Domenico D'Apollonio (Impianti di Trazione Elettrica)
Ing. Matteo Mariotti (Impianti Meccanici)
Arch. Sergio Moscheo (Prime Disposizioni per la Sicurezza)
Ing. Boris. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)
Prof. Matteo Mattioli (Valutazione impatto ambientale e impatto acustico)

COMMESSA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381-C	SF	GEO	RT001	B		B381-C-SF-GEO-RT001B.docx

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Ott. 2020	EMISSIONE	PAONE	MATTIOLI	S.CAMINITI
1	Luglio 2022	AGGIORNAMENTO PER ITER SCREENING AMBIENTALE	PAONE	MATTIOLI	S.CAMINITI
2					

Indice

1. PREMESSA.....	3
1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA ED INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	6
3.1 GEOMORFOLOGIA DELL'AREA	6
3.2 ASSETTO GEOLOGICO REGIONALE	7
3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	13
3.3.1 UNITÀ IDROGEOLOGICHE PROFONDE	16
3.3.2 UNITÀ IDROGEOLOGICHE SUPERFICIALI.....	17
4. SUBSIDENZA.....	21
4.1 SUBSIDENZA LOCALE: I DATI	23
5. INQUADRAMENTO SISMICO	28
5.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	34
5.2 AZIONE SISMICA DI PROGETTO	34
5.3 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO.....	37
5.4 VERIFICA SUSCETTIBILITÀ DI EFFETTI LOCALI	40
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO	48
6.1 PROVE GEOTECNICHE IN SITO.....	49
7. MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI TERRENI.....	54
8. INTERFERENZE CON LA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA	57
8.1 SOTTOPASSO STRADALE VIA FERRARESE-VIA MAZZA E PARCHEGGIO INTERRATO PIAZZA DELL'UNITÀ .	58
8.1.1 PIEZOMETRI DI RIFERIMENTO	59
8.1.2 MODELLO IDROGEOLOGICO E POSSIBILI INTERFERENZE CON LE OPERE.....	61
8.2 SOTTOPASSO TRAMVIARIO "PASSANTE"	65

8.2.1	PIEZOMETRI DI RIFERIMENTO	67
8.2.2	MODELLO IDROGEOLOGICO E POSSIBILI INTERFERENZE CON L'OPERA.....	69
8.3	ADEGUAMENTO SOTTOVIA FERROVIARIO	72
8.4	LOCALI TECNOLOGICI DI LINEA – SSE02	74
9.	NOTE CONCLUSIVE E GIUDIZIO DI FATTIBILITÀ.....	75
10.	BIBLIOGRAFIA	76
11.	ELENCO DEGLI ALLEGATI A FINE TESTO.....	77

1. PREMESSA

Nell'ambito del "Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica della seconda Linea tranviaria di Bologna (tratto Nord-Direttrice Corticella – Castel Maggiore)", è stato redatto il presente documento inerente lo studio dei terreni del primo sottosuolo interessati da tale progetto.

La modellazione geologica del territorio in esame è desunta sulla base di indagini di repertorio fornite dalla Committenza e scopo del presente lavoro è analizzare e descrivere la situazione morfologica, idrogeologica e geo-litologica generale, determinare la natura dei terreni costituenti il primo sottosuolo e le loro caratteristiche fisico-meccaniche in fase preliminare.

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le considerazioni di seguito riportate fanno riferimento alla vigente normativa del settore geotecnico e delle costruzioni ed in particolare modo si evidenziano:

- *AGI: raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, Giugno 1977.*
- *D.M. 21 gennaio 1981 – "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".*
- *Circ. Dir. Centr. Tecn. n°. 97/81 – "Istruzioni relative alle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".*
- *ISRM International Society for Rock Mechanics: Rock characterization testing and monitoring suggested methods - Commission on Testing Methods, 1981.*
- *D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".*

- *Circ. Min. LL.PP. 24 settembre 1988 n°30483 – “Istruzioni applicative al D.M. 11/03/88”.*
- *Eurocodice Ec7 per l'ingegneria geotecnica, Settembre 1988.*
- *D. L.vo 5 febbraio 1997, n. 22 – “Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio”;*
- *D.M. 5 febbraio 1998 – “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22”;*
- *Legge 23 marzo 2001, n. 93 – “Disposizioni in campo ambientale”;*
- *Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 - “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*
- *Proposta di guida tecnica sui metodi di campionamento dei suoli contaminati – APAT Aprile 2004;*
- *Manuale UNICHIM 196/2 ed. 2004 “Suoli e Falde Contaminati Campionamenti ed Analisi”;*
- *Circolare n. 5205 del 15/07/05 del Min. Ambiente – Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale ai sensi del D.M. 08/05/03 n.203;*
- *D.M. 14.09.2005 - “Norme tecniche sulle costruzioni”.*
- *Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati - Apat Manuali e linee guida 43/2006;*
- *D. L.vo 03 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. – “Nuovo Testo Unico ambientale”;*
- *D.M. 14.01.2008 - “Norme tecniche per le costruzioni”.*
- *D.M. 14.01.2018 - “Norme tecniche per le costruzioni”.*

2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA ED INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

L'opera in progetto si sviluppa lungo l'asse Nord-Sud di connessione tra i territori comunali di Bologna e Castel Maggiore estendendosi per circa 7,5 km a quote comprese tra i 43 ed i 26 m s.l.m in un'area sostanzialmente pianeggiante.

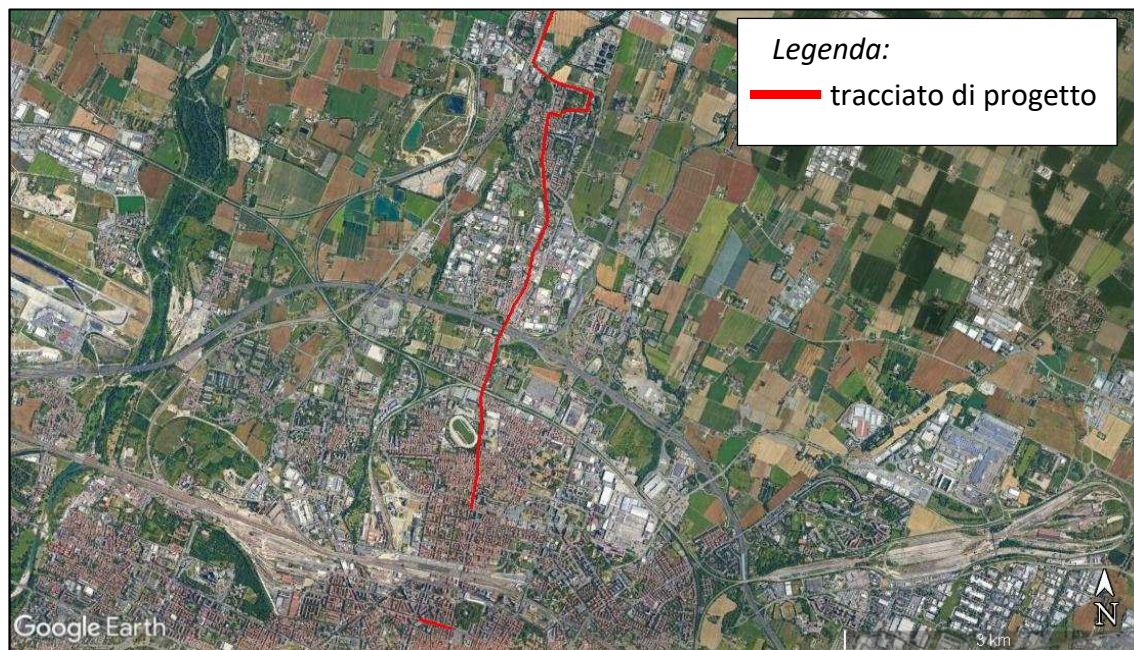


Figura 2-1 – Direttrice Corticella – Castel Maggiore. Tracciato di progetto.

L'area è inclusa nelle Tavole 221 NO (Bologna Nord-Est) e 221SO (Bologna Sud-Est) della Carta Tecnica Regionale in scala 1:25.000 e nelle Sezioni 221010 (Castel Maggiore), 221050 (Bologna Nord) e 221090 (Bologna Sud) della Carta Tecnica Regionale in scala 1:25.000.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Nel presente capitolo verrà descritta l'area in esame da un punto di vista geologico-geomorfologico e contestualmente verrà illustrata la componente idrogeologica locale

3.1 GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Gli elementi geomorfologici riscontrabili in corrispondenza del tracciato in progetto, sono essenzialmente ascrivibili ad ambienti di deposizione alluvionale quali ambiente di conoide, di piana alluvionale e, localmente, di terrazzo alluvionale.

La pianura bolognese può essere suddivisa in tre settori sulla base delle caratteristiche morfologiche, sedimentologiche e tessiturali dei depositi presenti.

L'alta pianura, compresa tra il limite appenninico a Sud e la direttrice Anzola-Castelmaggiore-Castenaso a Nord, caratterizzata principalmente dalla presenza di litotipi a granulometria grossolana di spessore anche rilevante.

La media e la bassa pianura si collocano a Nord del settore individuato e procedendo in direzione Sud-Nord si assiste ad un progressivo aumento dei litotipi a granulometria fine. Le quote variano da 80-90 m s.l.m. m a ridosso del margine appenninico a 32 m s.l.m. m in prossimità del confine settentrionale del territorio comunale. Le pendenze della superficie topografica diminuiscono da valori superiori al 25 per mille in corrispondenza dell'alta pianura a valori di 1-2 per mille nelle porzioni più distali.

L'alta pianura è essenzialmente caratterizzata dalla presenza dei conoidi alluvionali riferibili alla attività deposizionale del F. Reno e del T. Savena che hanno modellato la fascia pedecollinare rispettivamente in corrispondenza del settore occidentale ed orientale dell'area in esame. Fra le due strutture di conoide principali si interpongono le strutture minori del T. Ravone, Rio Meloncello, T. Aposa e Fossa Cavallina.

Le forme di origine antropica sono estremamente diffuse dato il notevole sviluppo di aree urbane in rapida evoluzione. Si tratta essenzialmente di arginature dei corsi d'acqua, canalizzazioni, siti di deviazione fluviale e aree di cava attive, abbandonate o ripristinate.

Di seguito vengono illustrati gli stralci delle carte geomorfologiche di pianura Est ed Ovest per il Comune di Bologna in cui si individuano gli elementi geomorfologici principali, in particolare i corsi d'acqua principali e secondari, i dossi fluviali, i depositi alluvionali antichi e recenti e conoidi alluvionali.

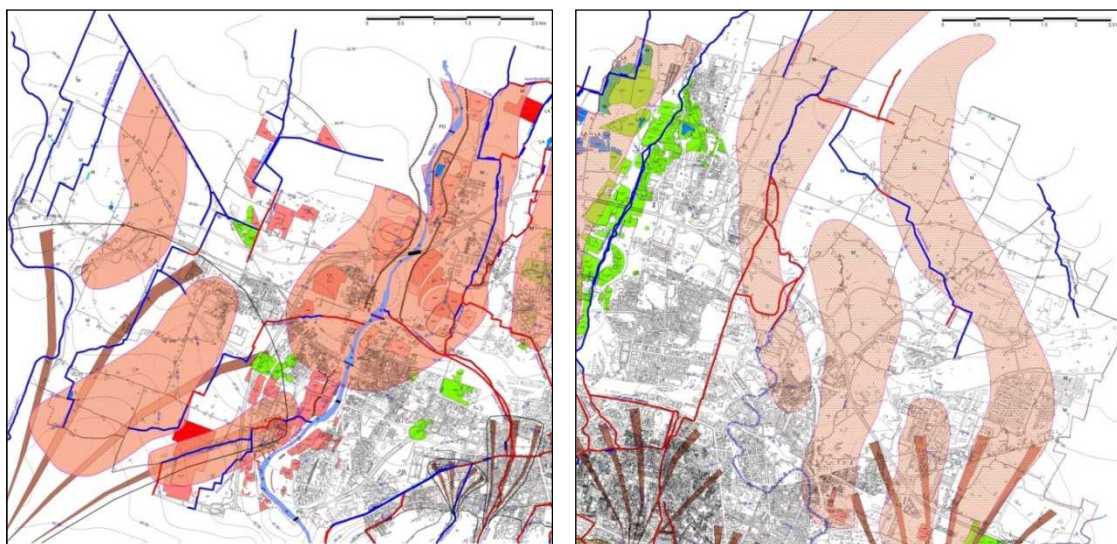


Figura 3-1 - Stralcio della carta geomorfologica di pianura del Comune di Bologna

3.2 ASSETTO GEOLOGICO REGIONALE

La formazione della pianura bolognese, nella quale è situato il territorio in esame, è legata all'evoluzione tettonica-sedimentaria del bacino padano.

Le prospezioni geofisiche ed i sondaggi effettuati dall'Agip per la ricerca di idrocarburi hanno individuato nel sottosuolo padano strutture profonde, sviluppatesi in un lasso di tempo compreso tra il Miocene superiore ed il Pleistocene, geneticamente connesse alla tettonica di embricazione che ha caratterizzato l'evoluzione strutturale dell'Appennino. I fronti dei sovrascorrimenti sepolti, che interessano le stesse unità litologiche per lo più di origine marina che è possibile osservare in affioramento nel margine collinare, sono marcati da pronunciate pieghe anticlinali asimmetriche, vergenti a N-NE, con asse orientato mediamente NW-SE, fra le quali si segnalano le pieghe della cosiddetta Dorsale Ferrarese.

L'indagine geofisica ha inoltre evidenziato la presenza di un importante sistema di faglie che esplica tuttora la sua attività a carattere compressivo, noto in letteratura come

"sovrascorrimento pedeappenninico": esso costituisce l'elemento morfostrutturale di separazione tra la fascia collinare in sollevamento e l'antistante pianura interessata dalla subsidenza. Il significato cinematico attribuito a tale lineamento concorda con il generale sovrascorrimento degli elementi appenninici al di sopra di quelli padani summenzionati.

La pianura bolognese è quindi compresa tra il sistema tettonico del "sovrascorrimento pedeappenninico" ed il fianco meridionale delle pieghe della Dorsale Ferrarese.

Il colmamento del bacino bolognese si è realizzato principalmente in seguito all'attività sedimentaria dei corsi d'acqua appenninici: procedendo dal basso verso l'alto si rinvencono dapprima sedimenti di origine marina, successivamente sedimenti transizionali (lagunari e costieri) ed infine depositi di origine francamente continentale che costituiscono le alluvioni quaternarie. Le variazioni di spessore e dei caratteri deposizionali, registrate dalla successione litostratigrafica, sono riconducibili a fenomeni tettonici e glacio-eustatici che hanno controllato la sedimentazione all'interno del bacino e hanno condizionato la potenzialità deposizionale dei vari corsi d'acqua. Il riempimento del bacino marino ed il successivo passaggio alla sedimentazione continentale non si sono verificati in maniera continua e progressiva, ma sono stati il risultato di eventi tettonico-sedimentari parossistici, separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive.

Di fatto la successione quaternaria continentale (porzione sommitale del riempimento del bacino padano), poggia con un contatto discordante sul ciclo pleistocenico inferiore marino.

Lo spessore del ciclo continentale è molto variabile a seconda delle zone considerate. In prossimità del fiume Reno la facies di transizione all'ambiente marino si incontra ad una profondità di circa 400 m.

Studi recenti hanno individuato nell'area emiliana una formazione fluvio-lacustre che costituisce la base della successione quaternaria continentale. Al suo interno è riconoscibile un'alternanza di unità ghiaiose e pelitico-sabbiose. Le prime vengono interpretate come facies di conoide mentre le seconde come appartenenti ad ambienti di piana alluvionale.

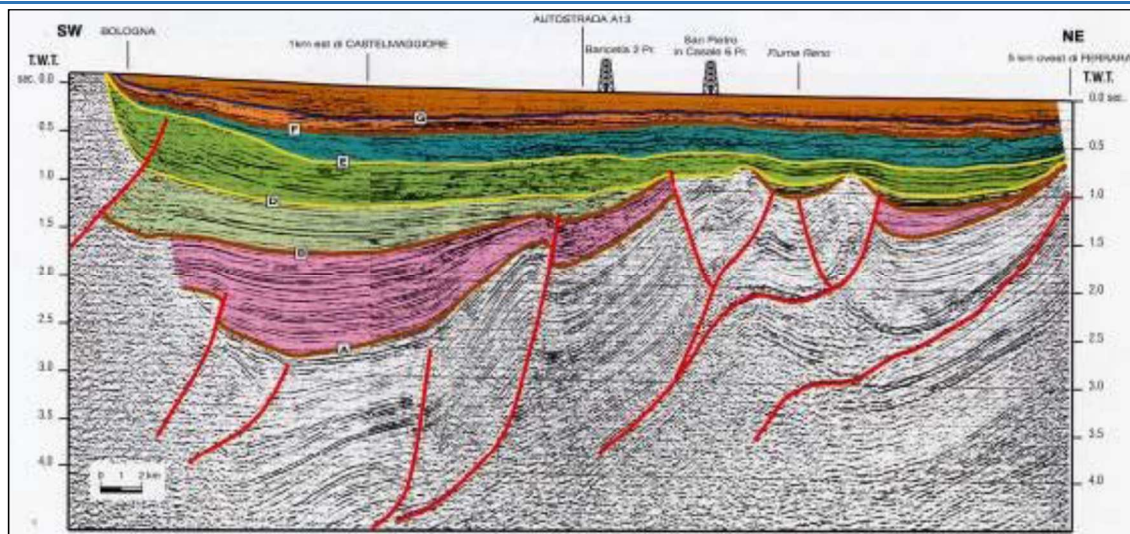


Figura 3-2 - Profilo sismico interpretato (cortesia AGIP, tratto da Regione Emilia Romagna - ENI-AGIP, 1998 :
Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna, a cura di G. Di Dio)

Facendo riferimento alla sezione di *Figura 4-2* ed alla successione geologico-stratigrafica riportata nella pubblicazione da cui è tratta (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998: “Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna”. A cura di G. Di Dio), lo schema di riferimento per la pianura bolognese è costituito dalla successione di tre diverse sequenze deposizionali:

- *Supersistema del Pliocene medio-superiore: costituisce la base dei gruppi acquiferi del bolognese (età da 3,6 a 2,2 milioni di anni, in rosa nella sezione)*
- *Supersistema del Quaternario marino: caratterizzato dalla presenza di 4 complessi acquiferi, depositatisi nel periodo compreso tra 2,2 e 0,65 milioni di anni (in verde e blu nella sezione)*
- *Supersistema Emiliano-Romagnolo, che rappresenta la successione quaternaria continentale.*

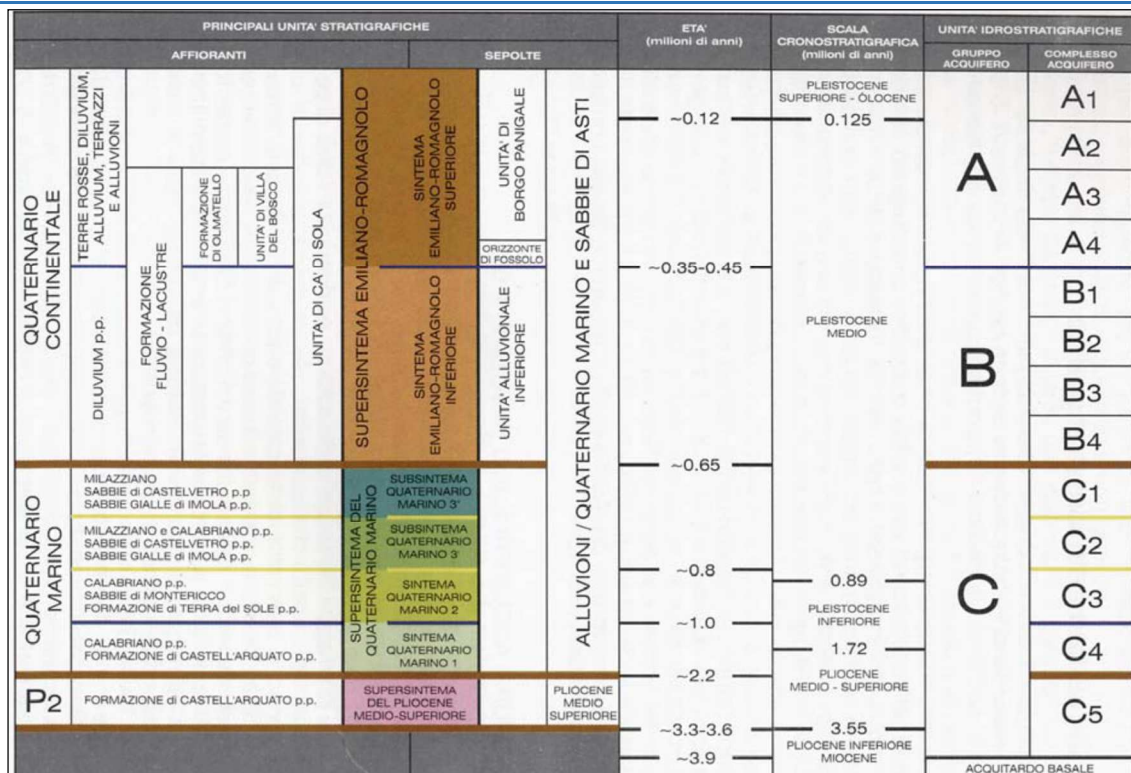


Figura 3-3 - Quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico Regione Emilia Romagna

Il Supersintema Emiliano-Romagnolo è litologicamente caratterizzato da un'alternanza di ghiaie con scarse sabbie e peliti (argille e limi). In particolare è possibile riconoscere la presenza di due orizzonti pelitici di spessore significativo (superiore ai 20 metri), che consente di effettuare una distinzione in n. 3 megasequenze ghiaiose all'interno della successione in esame; i livelli pelitici sono i seguenti:

- orizzonte inferiore: segnalato alla profondità di 280 m dal p.c., presenta uno spessore di 20/25 m;
- orizzonte superiore: denominato Unità di Fossolo, è situato ad una profondità di circa 120/140 m dal p.c., con spessori variabili tra 20 m e 30 m (identificato con la lettera G nella sezione di Figura 4-2).

I terreni affioranti nei pressi dell'area in progetto sono raggruppati nel Supersintema Emiliano Romagnolo e sono inserite nel Subsintema di Ravenna (AES8) come facies di limi sabbiosi. La Figura 4-4 illustra la distribuzione delle litologie affioranti nella zona di progetto.



Figura 3-4 - Stralcio della Carta geologica RER (scala 1:100000) dell'area studio.

Descriveremo di seguito le caratteristiche delle litofacies ghiaiose, sabbiose e limoso argillose dei vari livelli che costituiscono il Subsistema.

LITOFACIES GHIAIOSE

I livelli ghiaiosi presentano un grado di organizzazione molto variabile. Le facies più disorganizzate sono generalmente massive, poco cernite e tipicamente matrice sostenute.

La matrice è rappresentata in genere da sabbie da fini a grossolane e da peliti. La dimensione massima dei ciottoli è di circa 25/30 cm e all'interno dei banchi non si riscontrano significative tendenze granulometriche. Questi depositi vengono generalmente interpretati come depositi da colata. Le facies organizzate sono più frequenti delle precedenti ed al loro interno è riconoscibile un motivo deposizionale definito da sequenze fining upward di 2/5 m di spessore a base grossolana. Sono disposte in corpi generalmente amalgamati, limitati alla base da superfici

debolmente erosive e irregolari, passanti verso l'alto a orizzonti discontinui o a lenti di sabbie a stratificazione incrociata o a laminazione parallela.

Questi depositi possono essere interpretati come il prodotto della migrazione delle barre fluviali e come il riempimento di canali secondari. Nell'area di interesse le ghiaie si rinvencono ad una profondità generalmente maggiore di 10,0 m.

LITOFACIES LIMOSO-SABBIOSE

Le sabbie sono generalmente comprese all'interno di unità prevalentemente fini come corpi isolati, oppure sovrastano le unità ghiaiose. Hanno geometria piano-concava, base erosiva e presentano una granulometria variabile da grossolana a fine che forma tipiche sequenze fining upward. Questi depositi sono interpretati come il riempimento di canali in ambiente di conoide intermedio distale e di piana alluvionale. I corpi che mostrano basso rapporto lunghezza/altezza corrispondono al riempimento di canali stabili, mentre quelli il cui rapporto è molto alto riflettono lo spostamento laterale del canale in condizioni di scarsa subsidenza. Lateralmente ai depositi di canale si ritrovano alternanze ritmiche di sabbie fini e finissime con limi sabbiosi organizzate in piccole sequenze a base netta, fining upward ed aventi spessore decimetrico.

Nei rari strati di maggior spessore si possono riconoscere una laminazione obliqua a piccola scala con presenza di ripples rampicanti e di stratificazione lenticolare. Si tratta di depositi di argine o di margine di canale dove avvenivano fenomeni di trazione-decantazione tra loro alternati.

LITOFACIES LIMOSO-ARGILLOSE

I livelli prevalentemente limosi vengono interpretati come depositi di argine distale che, lateralmente, passano a unità costituite da argille limose caratteristiche di ambienti a bassa energia ubicati tra due sistemi di canale-argine. All'interno della successione fine di piana alluvionale si segnalano inoltre degli orizzonti scuri o neri, con spessori variabili da alcuni decimetri ad oltre un metro, che mostrano un'altissima percentuale di sostanza organica (spesso si rinvencono frustoli vegetali e frammenti di legno). Questi orizzonti a forte componente

organica sono spesso associati a pacchi di argille di alcuni metri di spessore, con forti concentrazioni di molluschi che indicano un ambiente palustre di acqua dolce.

3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Gli acquiferi nell'area di pianura bolognese assumono un ruolo di primaria importanza nell'ambito della gestione delle risorse idriche sotterranee, alimentando i tre principali centri di approvvigionamento idrico comunale.

Gli approfondimenti condotti nell'ambito dei vari progetti consentono una descrizione dettagliata della struttura geologica del sottosuolo. Sono state identificate le seguenti unità idrogeologiche:

- *Acquifero A1*
- *Acquitardo Alfa*
- *Acquifero A2, A3, A4 (unità acquifere accorpate in una singola unità denominata A234)*
- *Acquitardo Delta*
- *Acquifero B*
- *Acquitardo Epsilon*
- *Acquifero C*

La *Figura 4-5* fornisce uno schema di comparazione fra la nomenclatura utilizzata in letteratura nell'ambito della definizione delle unità geologiche riconosciute, cui si è fatto riferimento in precedenza, e la denominazione delle unità idrogeologiche proposta più recentemente.

Sistema Acquifero			Acquitardi	Falde	
A	A1	A1c		SUP3-SUP4	
		A1b		SUP2	
		A1a		SUP1	
			Alfa	Profondo	
	A2				
	A3				
	A4				
			Delta		
	B				
			Epsilon		
C					

Figura 3-5 - Quadro riassuntivo delle unità geologiche ed idrogeologiche riconosciute.

La struttura geologica dell'area in esame è stata definita attraverso l'analisi di sondaggi e stratigrafie di pozzi idrici e tramite la ricostruzione di appropriate sezioni idrogeologiche.

Vengono di seguito descritte le principali caratteristiche delle unità idrogeologiche identificate:

ACQUIFERO A1

Rappresenta l'acquifero più superficiale. Di geometria cuneiforme, presenta spessori variabili da 24-28 m in prossimità del margine collinare a 65-70 m nelle zone più distali. Ospita un articolato complesso di falde superficiali.

ACQUITARDO ALFA

Questo acquitardo costituisce un importante elemento di suddivisione all'interno del Gruppo Acquifero A, separando il complesso delle falde superficiali dal complesso delle falde profonde. I depositi che lo costituiscono sono prevalentemente di tipo limoso-argilloso, con locali intercalazioni grossolane.

ACQUIFERO A2+A3+ A4 (A234)

La porzione dell'acquifero A sottostante l'Acquitardo Alfa è costituita dalle sottounità denominate A2, A3 e A4 di spessore complessivo compreso tra 40 e 160 m, aumentando in direzione Sud-Nord.

L'Acquifero A234 è sede di una falda profonda confinata caratterizzata da livelli piezometrici differenziati.

ACQUITARDO DELTA

L'Acquitardo Delta si localizza tra gli acquiferi A e B. Lo spessore è compreso tra 20 e 25 m ed i depositi sono prevalentemente limoso-argillosi, con locali intercalazioni grossolane.

ACQUIFERO B

Lo spessore complessivo di tale acquifero varia da 15 a 150 m, aumentando in direzione Nord, con sensibile riduzione riconosciuta in corrispondenza del centro storico di Bologna e connessa a motivi di attività tettonica.

È sede di una falda profonda confinata.

ACQUITARDO EPSILON

L'Acquitardo Epsilon separa gli acquiferi B e C. Nell'ambito dell'area in esame lo spessore varia da 15 a 25 m. I depositi che lo costituiscono sono essenzialmente siltoso-argillosi, con locali intercalazioni di sedimenti a granulometria grossolana.

ACQUIFERO C

L'Acquifero C è sede di un acquifero profondo confinato. I rilievi piezometrici eseguiti confermano l'esistenza di un acquifero multifalda costituito da un complesso di falde superficiali ed un complesso di falde profonde (*Farina et al., 2001*). Tale articolazione si sviluppa ulteriormente all'interno delle falde superficiali, localizzate nell'ambito dei primi 30-40 metri di profondità.

In corrispondenza di profondità inferiori o superiori, ovvero in riferimento a falde ospitate all'interno degli acquiferi B ed A1, si riscontrano livelli piezometrici nettamente diversi, con soggiacenza più prossima al piano campagna (A1) o più profonda (Ciclo B).

Vengono di seguito descritte le principali caratteristiche delle unità idrogeologiche profonde e superficiali e delle falde in esse contenute.

3.3.1 Unità idrogeologiche profonde

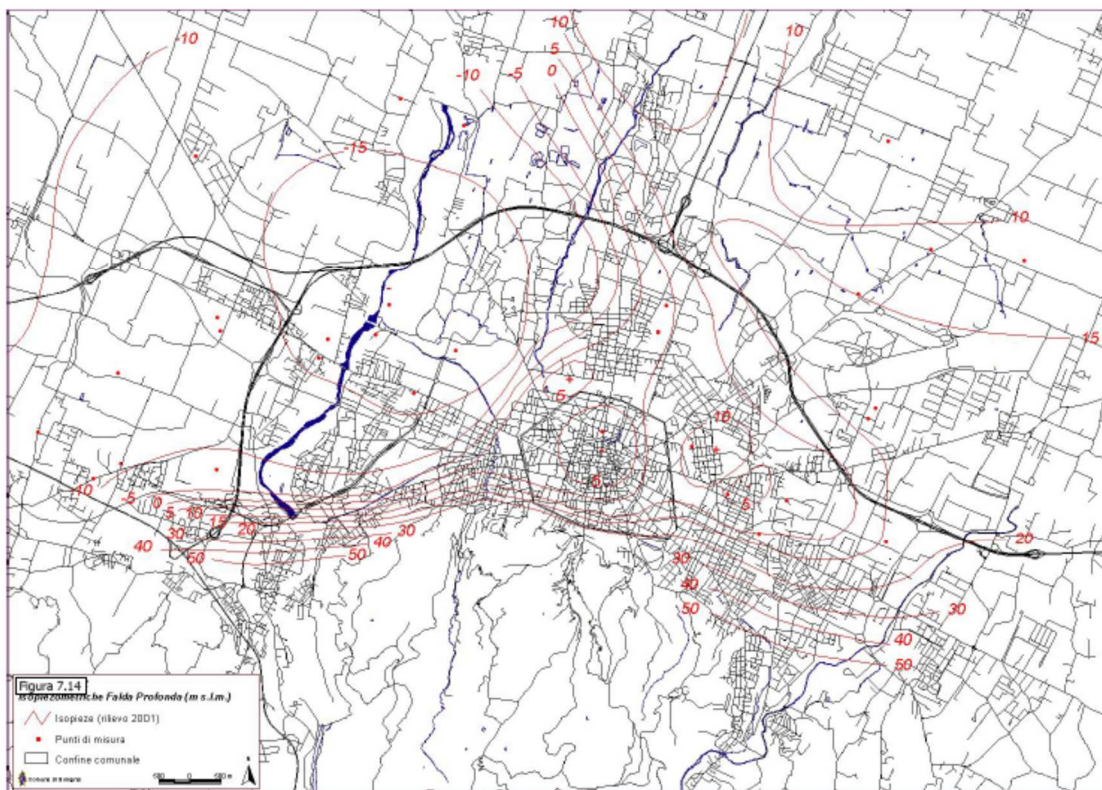
Le falde profonde si collocano all'interno di acquiferi posti a profondità comprese tra 50-60 metri e 300-400 metri, corrispondenti alle unità stratigrafiche dei Cicli B e C e della porzione inferiore del Ciclo A. Tali corpi acquiferi sono caratterizzati da intercalazioni pelitiche che portano ad una elevata anisotropia della permeabilità. A profondità ulteriori è presente l'interfaccia acqua dolce-acqua salmastra (Agip, 1972); l'acqua presente a tali profondità non è pertanto sfruttabile a fini economici.

La documentazione piezometrica nota da letteratura (*Regione Emilia Romagna-Arpa*, 1998) evidenzia una profonda depressione nel conoide del Reno, dovuta agli intensi prelievi, che giunge a -55 m dal piano campagna.

L'evoluzione piezometrica temporale permette di osservare un continuo e progressivo abbassamento della falda, con medie di oltre 2 m/anno (*Artioli e Baldini*, 1997).

L'area bolognese, ubicata su uno dei più antichi centri di emungimento (campi pozzi di Borgo Panigale e Tiro a Segno), ha visto stabilizzarsi le quote piezometriche su livelli dinamici assai depressi, intorno alla metà degli anni '80 anche a seguito della diminuzione dei volumi sollevati. Il richiamo causato dall'emungimento dei pozzi profondi si trasmette anche negli acquiferi più superficiali. Fenomeni di drenanza sono osservabili fino a circa 200 metri di profondità, pur verificandosi con particolare evidenza tra il piano campagna e i 70 metri di profondità (*Artioli e Baldini*, 1997) dove la differenza tra le quote piezometriche dei diversi acquiferi è pari a circa 20-30 m.

La morfologia della superficie piezometrica risulta interessata da una marcata depressione localizzata all'interno del conoide del F. Reno. I valori di soggiacenza raggiungono, in queste zone, valori pari a -55 m dal piano campagna.



Figura

3-6 - Isopiezometriche falda profonda, m s.l.m. (da P.A.E.2007 - Comune di Bologna)

3.3.2 Unità idrogeologiche superficiali

La struttura delle unità superficiali, contraddistinta come precedentemente descritto, dall'alternanza verticale di corpi a granulometria grossolana e fine, rappresenta una condizione favorevole per l'individuarsi di un acquifero multifalda.

All'interno dell'Unità A1 (o UBP4) sono stati riconosciuti tre corpi ghiaioso-sabbiosi, denominati A1a, A1b, A1c (Farina et al., 1998). Si tratta di corpi acquiferi parzialmente saturi, localmente in pressione, totalmente insaturi in corrispondenza di specifiche localizzazioni.

Le falde in essi contenute sono denominate, dalla più profonda alla più superficiale, SUP1, SUP2 e SUP3, e sono ospitate all'interno dei corpi acquiferi A1a A1b e A1c rispettivamente. Un'ulteriore falda, denominata SUP4, è contenuta nei depositi sabbioso siltoso-argillosi localizzati in

corrispondenza degli spessori più superficiali. In quest'ultimo caso non è chiaramente riconoscibile un corpo acquifero permeabile delimitato da intervalli a bassa permeabilità. L'acquifero appare infatti costituito da corpi semipermeabili difficilmente circoscrivibili. Viene di seguito fornita una descrizione dei principali lineamenti caratterizzanti il complesso delle falde superficiali.

UNITÀ SUP1 – CORPO ACQUIFERO: CICLO A1A

L'unità denominata SUP1 è contenuta all'interno del corpo acquifero A1a ghiaioso-sabbioso, situato a profondità variabile fra 25 e 55 metri e caratterizzato da spessori superiori a 15 m in corrispondenza delle parti depocentrali della conoide del Fiume Reno.

Il corpo acquifero A1 si sovrappone stratigraficamente all'orizzonte acquitardo Alfa (Farina et al., 2001b) e la morfologia della superficie piezometrica consente di individuare un settore interessato da linee di flusso divergenti localizzato in corrispondenza di depositi a valori di conducibilità idraulica limitata, correlabili ai corpi acquiferi prevalentemente canalizzati in matrice limoso-argillosa presenti nella zona di interconoide nel cui ambito si colloca il centro storico di Bologna.

In corrispondenza di questo settore si viene ad individuare uno spartiacque che separa i due bacini idrogeologici principali riferibili al F. Reno e al T. Savena.

Gli assi di drenaggio corrispondono essenzialmente agli assi depocentrali delle strutture di conoide.

I settori di conoide del F. Reno e del T. Savena risultano presentano condizioni di falda libera individuabili principalmente in posizione apicale e mediana, mentre nelle posizioni distali si rilevano condizioni di falda in pressione.

Il settore di conoide del F. Reno, in particolare, risulta caratterizzato prevalentemente da condizioni di falda libera correlabili alla presenza di spessori superficiali consistenti di depositi a granulometria grossolana.

In conseguenza della situazione sopra descritta, la falda SUP1 riceve localmente alimentazione diretta dalla superficie e dal corso d'acqua.

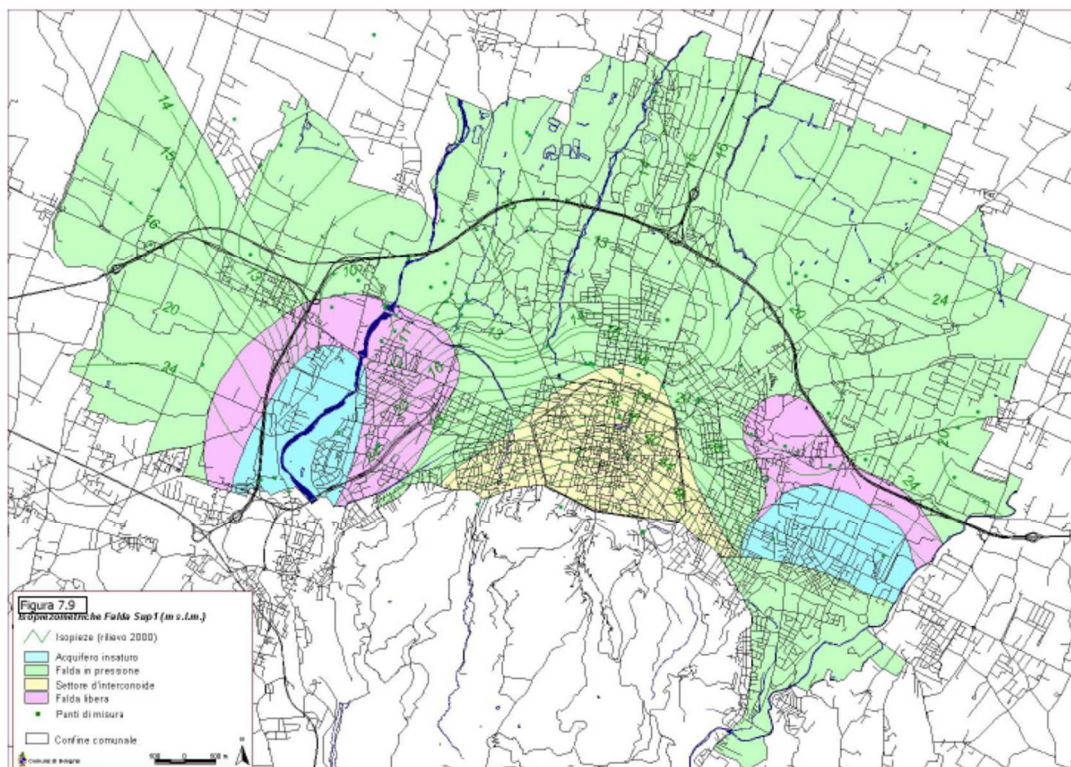


Figura 3-7 - Isopiezometriche falda Sup1, m s.l.m. (da P.A.E.2007 - Comune di Bologna)

UNITÀ SUP2 – CORPO ACQUIFERO: CICLO A1B

L'unità denominata SUP2 è contenuta all'interno dell'acquifero A1b e risulta stratigraficamente sovrapposta ad un acquitardo di minore importanza stratigrafica rispetto al caso precedentemente esaminato, caratterizzato da minori spessori di materiale grossolano, ridotti spessori di falda e una maggiore estensione areale del corpo grossolano

Il corpo acquifero A1b è caratterizzato da estesi corpi lenticolari delimitati in prevalenza da depositi fini e la struttura della falda SUP2 ripercorre i lineamenti morfologici della falda SUP1. Essa risulta caratterizzata da condizioni di falda libera per buona parte del territorio comunale. Condizioni di falda confinata si riscontrano nella porzione nord-orientale e nel settore di interconoide. In particolare, data l'esiguità degli intervalli costituiti litotipi a granulometria fine, in corrispondenza delle porzioni occidentali, interessate dalla presenza della conoide del F. Reno. In corrispondenza di questo settore il corpo acquifero A1b è privo di manifestazioni idriche; i

corpi A1a e A1b risultano saldati insieme e il corpo A1b costituisce l'insaturo della sottostante falda SUP1.

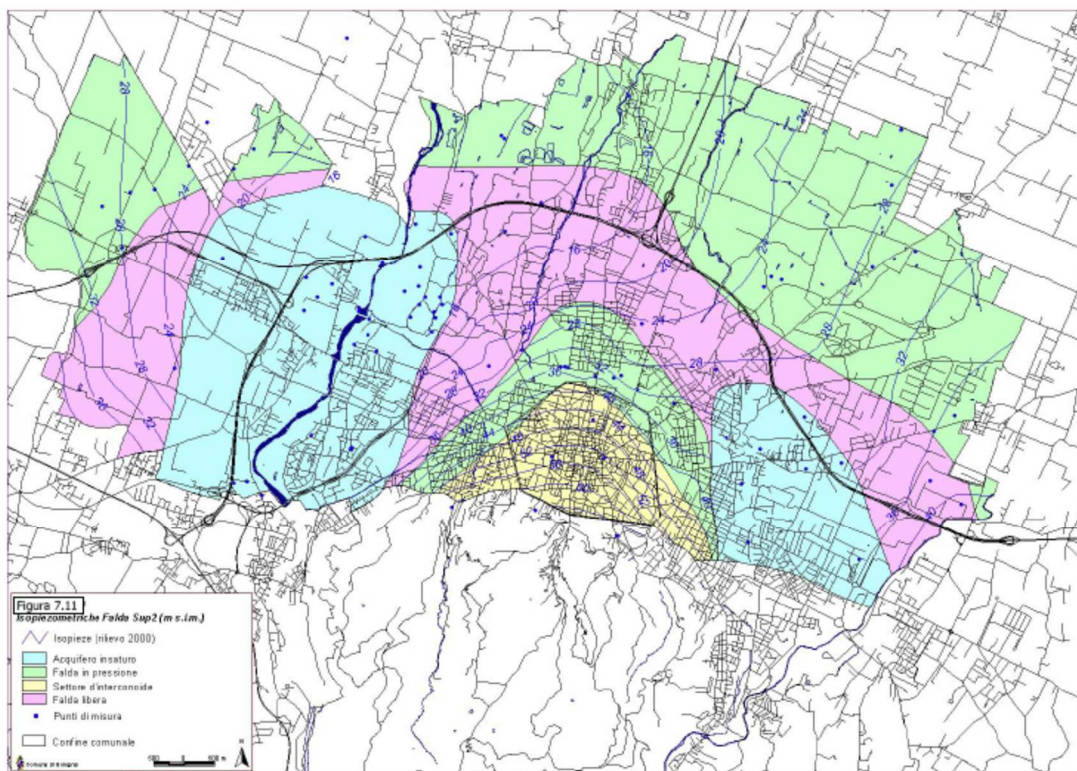


Figura 3-8 - Isopiezometriche falda Sup2, m s.l.m. (da P.A.E.2007 - Comune di Bologna)

UNITÀ SUP3 E SUP4 – CORPO ACQUIFERO: CICLO A1C

Il corpo acquifero A1c costituisce il corpo grossolano più prossimo al piano campagna. Le sue dimensioni sono meno rilevanti rispetto ai corpi A1a e A1b, nonostante la struttura a corpi ghiaiosi coalescenti mantenga una larghezza comunque considerevole e pari anche a 4-5 km.

La falda contenuta all'interno dell'unità descritta (SUP3) presenta solitamente una minore continuità rispetto alla falda sottostante.

Si riscontra una totale assenza di falda superficiale all'interno di un ampio settore assiale ai conoidi del F. Reno e del T. Savena, legata alla mancanza di orizzonti a granulometria fine di spessore e continuità sufficienti ad interrompere la continuità dei depositi ghiaiosi superficiali. La

situazione descritta si rileva lungo il tracciato del F: Reno in corrispondenza di un settore di larghezza pari a circa 3-4 km, individuabile da Casalecchio al confine comunale settentrionale. Nell'ambito del conoide del T. Savena tale situazione si riscontra all'interno di un settore ampio circa 3 km. La morfologia della superficie piezometrica della falda SUP4 evidenzia, inoltre, la depressione prodotta dal drenaggio esercitato dal Canale Navile nella parte occidentale del comune fino entro il limite del centro storico. Tale funzione di drenaggio porta a situazioni di depressione allungata nel senso del corso di acqua. È però plausibile ammettere che tale andamento delle isolinee venga accentuato dai numerosi vuoti di ex cava ivi presenti. Si osserva, inoltre, l'effetto di ricarica operata dal paleoalveo del Savena che determina la formazione di un possibile spartiacque.

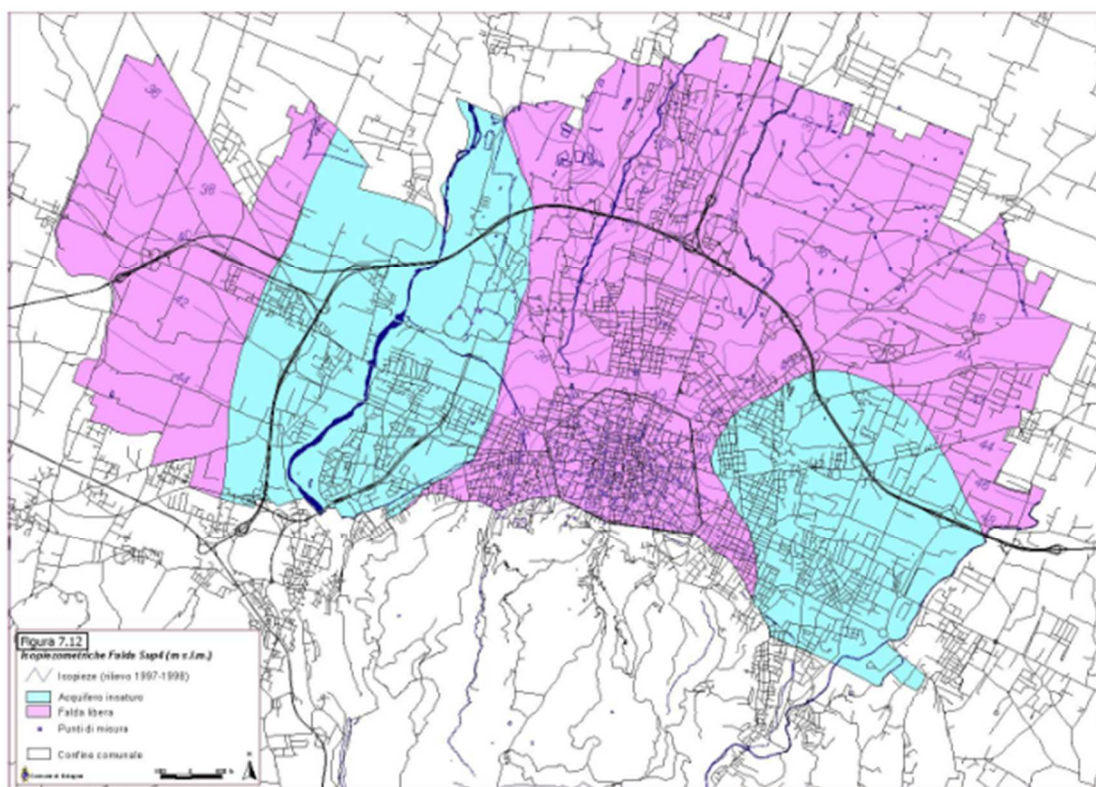


Figura 3-9 - Isopiezometriche falda Sup4, m s.l.m. (da P.A.E.2007 - Comune di Bologna)

4. SUBSIDENZA

La subsidenza è un fenomeno che va inteso come movimento della superficie del terreno che interessa aree relativamente estese, con direzione prevalentemente verticale (Viggiani, 1978).

Si tratta di un movimento, generalmente lento, graduale e costante che può avere origini sia di tipo naturale sia antropico ma che, sempre più spesso, viene attivato o accelerato dalla compartecipazione delle due cause.

Le cause naturali possono così riassumersi:

- correnti magmatiche subcrostali (moti convettivi);
- risposta isostatica ad un sovraccarico che si verifica sulla crosta terrestre (imponente apporto sedimentario; crescita dei sistemi glaciali);
- perdita dei fluidi interstiziali nei terreni non cementati;
- costipamento negli accumuli di detriti;
- assestamenti nelle aree vulcaniche a seguito di eventi che determinano fuoriuscite di masse magmatiche (bradisismo negativo).
- Le cause antropiche in linea di massima sono invece:
- estrazione di idrocarburi, sia fluidi che gassosi, presenti nel sottosuolo con costipamento dei sedimenti che li contengono;
- emungimento della falda idrica con conseguente riduzione delle pressioni idrostatiche incremento delle tensioni efficaci ed innesco di fenomeni di consolidazione nei terreni coesivi;
- esecuzione di bonifiche idrauliche con allontanamento di acqua e conseguente compattazione dei terreni;
- aumento del carico statico dovuto alla edificazione con addensamento del terreno sottostante.

La subsidenza derivante da cause naturali si presenta generalmente con ritmi gradualmente e tempi piuttosto lenti. Quella attivata invece da azioni antropiche si presenta con velocità di abbassamento elevate ed elementi di imprevedibilità circa gli sviluppi e gli effetti.

Spesso il fenomeno risulta indotto dalla azione integrata delle cause naturali e quelle antropiche ed in tal caso assume la connotazione del rischio ambientale e come tale occorre che venga valutato in un confronto con la vulnerabilità territoriale.

4.1 SUBSIDENZA LOCALE: I DATI

Come evidenziato da ARPA nel progetto di rilievo della subsidenza in Emilia-Romagna realizzato per la Regione e la Provincia di Bologna, l'elemento primario è stato l'aggiornamento delle conoscenze sul fenomeno della subsidenza da un punto di vista geometrico, su un'area di indagine che comprende l'intera pianura regionale, circa 11.000 kmq.

L'elemento innovativo è stato l'utilizzo del metodo satellitare dell'interferometria differenziale: il metodo è noto da almeno una quindicina di anni ma solo dopo l'avvento della tecnica PSInSAR™, nel 2000, ha mostrato tutte le sue reali potenzialità, in particolare per la valutazione dei movimenti verticali del suolo utilizzando un grande numero di bersagli radar a terra.

La misura di tali movimenti, specie se piccoli, è stata sempre affidata ad operazioni topografiche quali le livellazioni geometriche di alta precisione che, pur fornendo ottimi risultati quanto a qualità delle misure, non possono fornire un'informazione altrettanto capillare e diffusa.

Un metodo non esclude l'altro: entrambi vanno utilizzati in completa integrazione. Nel 2005 è stata realizzata la misura di una rete di livellazione, sottoinsieme della rete regionale, di circa 1000 km di sviluppo, per confrontarla con le misure del 1999 e determinare i movimenti del suolo relativamente a circa un migliaio di capisaldi. Questa campagna, oltre a fornire una prima visione del fenomeno, è servita per operare tutte quelle verifiche indispensabili ai fini di un concreto utilizzo del metodo satellitare. Successivamente sono state realizzate analisi interferometriche e sono state compiute le operazioni necessarie per la validazione e la messa a punto dei dati radar. Lo studio ha dimostrato come la tecnica dei diffusori permanenti radar possa essere utilizzata per questo tipo di analisi territoriali, anche se sono emersi alcuni problemi, soprattutto per indagini così ad ampia scala, come la necessità di elaborazioni congiunte di un gran numero di immagini appartenenti a molte trasse differenti, o la necessità di operare separatamente per siti e successivamente mosaicare i risultati. Quest'ultima procedura darebbe probabilmente risultati

migliori se per ogni sito si potesse disporre sia di un punto di riferimento di cui fosse noto, da misure di altro tipo, il movimento in atto, sia di altri capisaldi da usare come punti di controllo. A tal fine è risultato di grande utilità il supporto delle misure di livellazione geometrica, tanto da risultare un riferimento imprescindibile per un corretto utilizzo del dato interferometrico.

I risultati ottenuti forniscono un quadro di dettaglio del fenomeno della subsidenza a scala regionale in un arco temporale molto ampio, che va letto ricordando il grado di incertezza associato alle velocità calcolate. I valori più elevati sono quelli che caratterizzano una vasta area della provincia di Bologna, con abbassamenti medi intorno a 20 mm/anno, sebbene si registri, in generale, un notevole miglioramento rispetto agli anni '90.

PERIODO 1992-2000

Nel periodo 1992-2000 nella provincia di Bologna il fenomeno si presenta particolarmente accentuato sia per i valori massimi, oltre 40 mm/anno, sia per l'estensione della superficie interessata, oltre 600 kmq, i cui confini arrivano a sud con la via Emilia da Ponte Samoggia fino ad Ozzano dell'Emilia, a ovest ai centri di San Giovanni in Persiceto e di San Matteo della Decima, a nord sino a Pieve di Cento e ad est ai centri di San Giorgio di Piano, di Minerbio e di Budrio.

All'interno di tale area in particolare si distinguono tre zone di massimo sprofondamento in corrispondenza di Sala Bolognese, Bonconvento e Cadriano con oltre 40 mm/anno; mentre al di fuori di tale area si notano altri 2 coni di abbassamento significativi in corrispondenza della località Poggio (4 km a nord di Castel San Pietro) con un massimo di 30 mm/anno e di Sasso Morelli (5 km a est di Castel Guelfo) con un massimo di circa 20 mm/anno.

Per ciò che riguarda in dettaglio i territori comunali di Bologna e Castel Maggiore, si hanno i massimi abbassamenti registrati, pari anche a 45 mm/anno (vd. *Figura 5-1*).

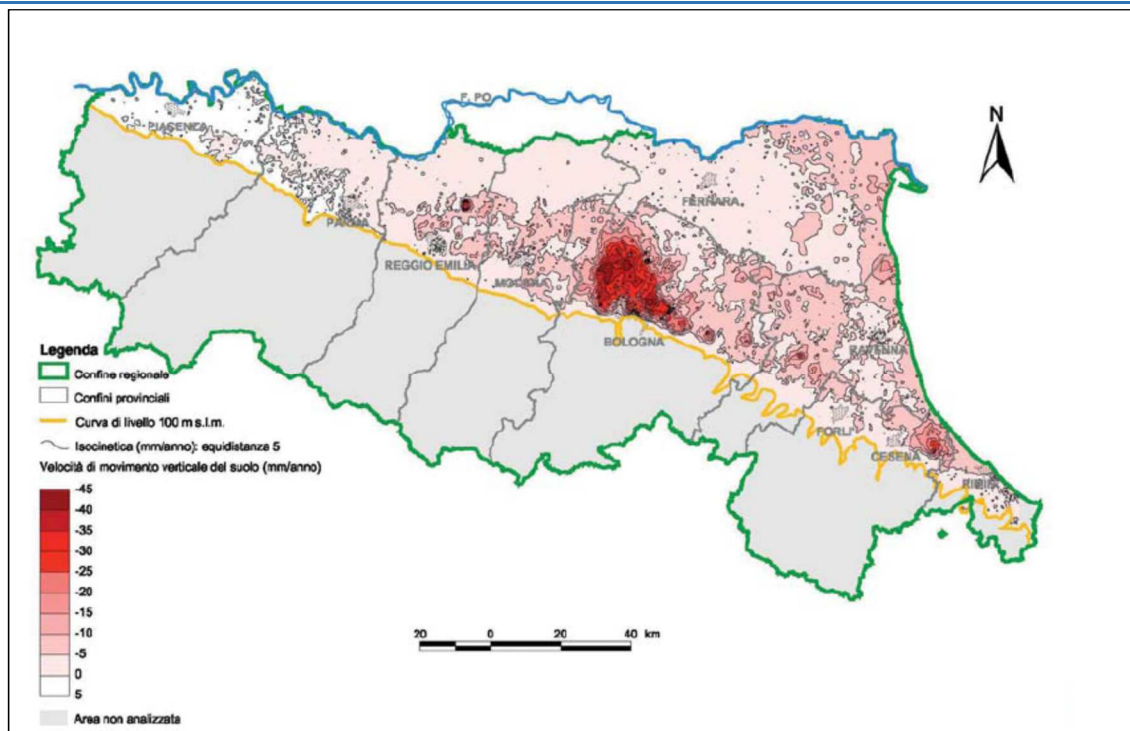


Figura 4-1 - Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 1992-2000 – Provincia di Bologna.

PERIODO 2002-2006

Nel periodo 2002-2006 nella stessa provincia di Bologna si evidenziano abbassamenti generalmente in accentuata riduzione rispetto al periodo precedente; in particolare tale riduzione è evidente in corrispondenza dell'area ampia, anche se sono ancora presenti alcuni picchi localizzati nei pressi di Sala Bolognese, Anzola dell'Emilia e Cadriano con circa 30 mm/anno e Bonconvento con circa 40 mm/anno.

Al di fuori di tale area, si evidenzia ancora il cono di sprofondamento della località Poggio, con un massimo di 30 mm/anno come nel periodo precedente. Viene confermata anche l'area di abbassamento presso Sasso Morelli seppure con valori di poco inferiori (15 mm/anno). Si evidenzia inoltre la scomparsa dell'area di sprofondamento localizzata precedentemente a nord di Ozzano dell'Emilia, mentre per l'area compresa all'interno dei comuni di Bologna e Castel Maggiore, si nota un accentuamento del fenomeno di subsidenza con valori massimi di abbassamento compresi tra i 0 ed i 35 mm/anno (vd. Figura 5-2).

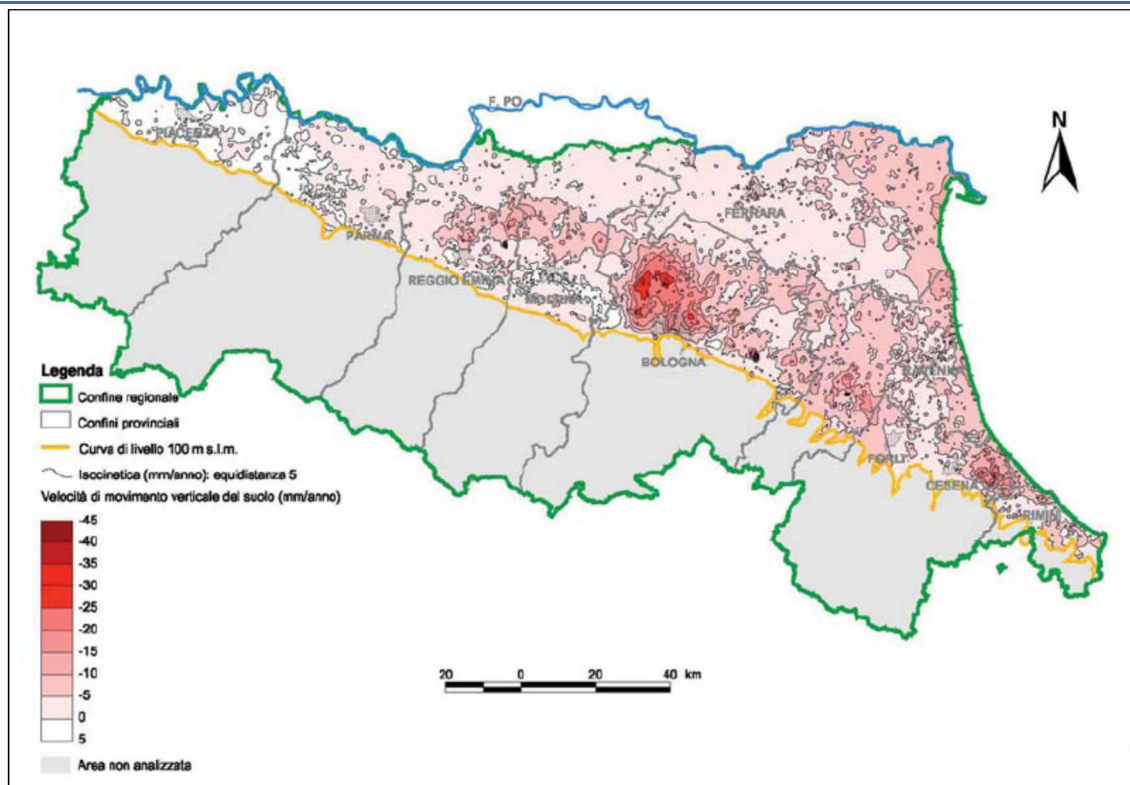


Figura 4-2 - Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2002-2006 – Provincia di Bologna.

PERIODO 2006-2011

Dall'esame degli elaborati prodotti si evince che la gran parte del territorio di pianura della regione non presenta nel periodo 2006-11 variazioni di tendenza rispetto al periodo 2002-06; circa un terzo della superficie evidenzia una riduzione della subsidenza e appena il 3% un incremento, presente in particolare nel Modenese, Bolognese, Ravennate e Forlivese.

Il Bolognese si conferma come il territorio più subsidente, nonostante continui la tendenza, già in atto da alcuni decenni, verso una progressiva riduzione degli abbassamenti. Persiste, infatti, un'ampia area a ridosso della città di Bologna, con una superficie di oltre 500 km², con un abbassamento medio di circa 15 mm/anno e punte massime di oltre 30 mm/anno in corrispondenza di Sala Bolognese, Lavino di Sotto e dell'area tra Lavino di Mezzo e Anzola dell'Emilia; di oltre 35 mm/anno in corrispondenza della cassa di espansione a ridosso del Fiume Reno nei pressi di Malacappa; di oltre 30 mm/anno a Castello d'Argile e di oltre 20 mm/anno a

Castelmaggiore. Il centro storico di Bologna, in particolare, risulta invece esente da abbassamenti significativi (alcuni mm/anno).

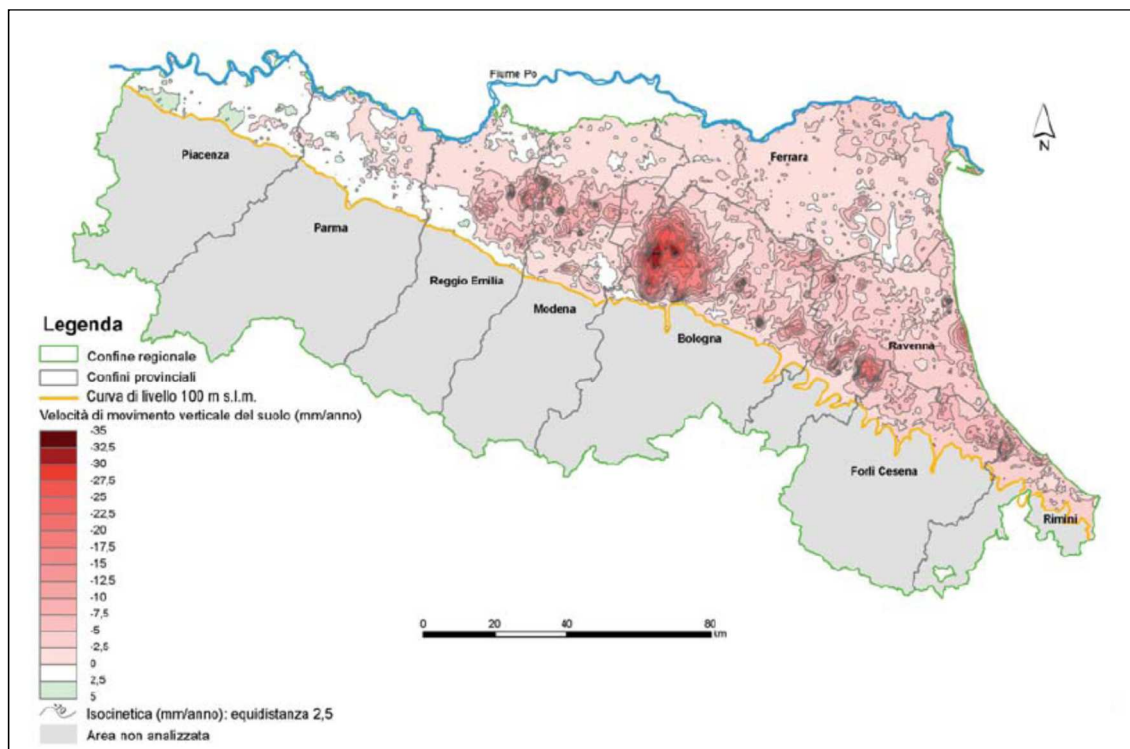


Figura 4-3 - Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2006-2011 – Provincia di Bologna.

PERIODO 2011-2016

Nel periodo di osservazione 2011-16, per la provincia di Bologna, risulta immediatamente evidente la forte riduzione della velocità media di abbassamento del suolo e, in particolare, la progressiva diminuzione e quindi scomparsa delle superfici territoriali caratterizzate dai fenomeni di subsidenza maggiormente critici: già al 2000 la percentuale di superficie con velocità di abbassamento maggiori di 20 mm/anno si era più che dimezzata, per poi scomparire del tutto nell'ultima campagna, che evidenzia limitatissime superfici con velocità superiore a 10 mm/anno. È possibile affermare che, l'abbassamento generalizzato che ha caratterizzato in passato il territorio bolognese, sia per vastità delle superfici interessate sia per i valori di velocità particolarmente elevati, si è fortemente ridimensionato, in ragione principalmente della riduzione dei prelievi acquedottistici. Il 39% dell'intero territorio presenta una riduzione della

subsidenza e nel dettaglio la città di Bologna presenta abbassamenti di alcuni mm/anno fino a massimi di 5 mm/anno, grosso modo in linea con il precedente rilievo.

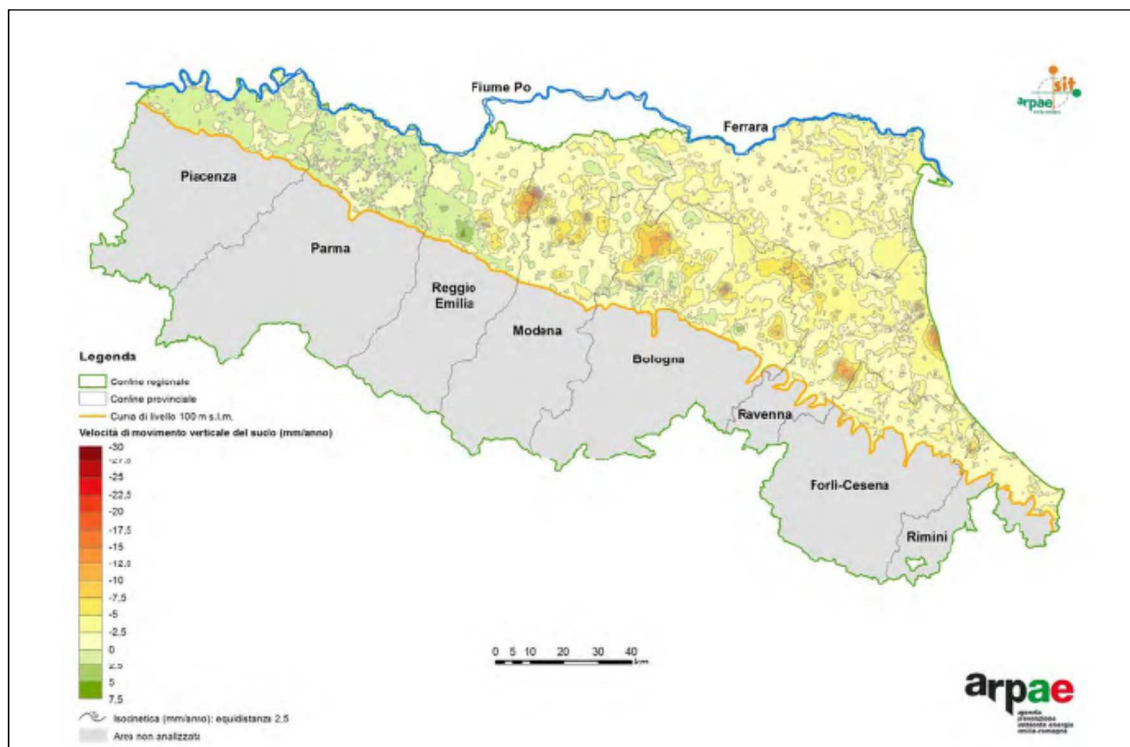


Figura 4-4 - Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2011-2016 – Provincia di Bologna.

5. INQUADRAMENTO SISMICO

La raccolta di dati storici relativi la macrosismicità dell'area consente una prima approssimazione delle caratteristiche tettono-sismiche di sito e consente di ottenere data, intensità macrosismica e magnitudo momento degli eventi indicativi relativi all'area in esame. Questi stessi eventi registrati, combinati con una schematizzazione delle sorgenti sismogenetiche e con leggi di attenuazione del moto sismico, sono la base per il calcolo probabilistico delle PGA_0 relative il bedrock sismico.

Viene di seguito riportata la tabella degli eventi registrati che hanno interessato l'area ed i relativi grafici-istogramma per i comuni di Bologna e Castel Maggiore. (vedi Figure 6-1, 6-2).

Gli eventi nell'archivio storico sono 183 ed includono il periodo tra 1065 e il 2012 ed hanno Magnitudo comprese tra 4.09 (anno 1174 e 1383) e 7.02 (anno 1348).

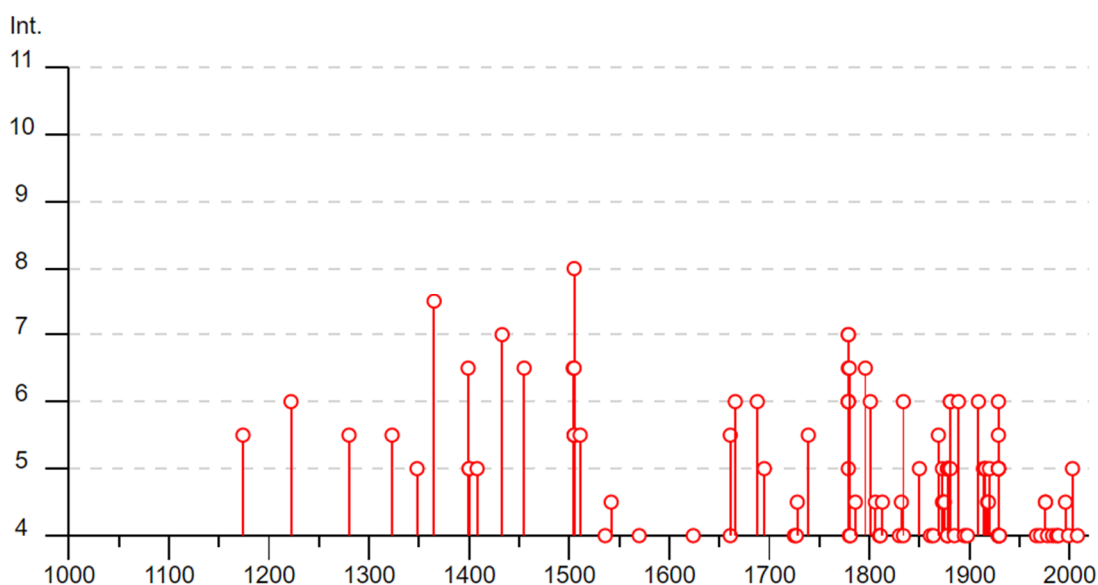


Figura 5-1 - Istogramma di intensità macrosismica di Bologna (BO)



Figura 5-2 - Istogramma di intensità macrosimica di Castel Maggiore (BO)

I territori di Bologna e Castel Maggiore si trovano a ridosso delle zone sismogenetiche 913 ed 912 (Meletti e Valensise 2004) come rappresentato nella seguente Figura 6-2.

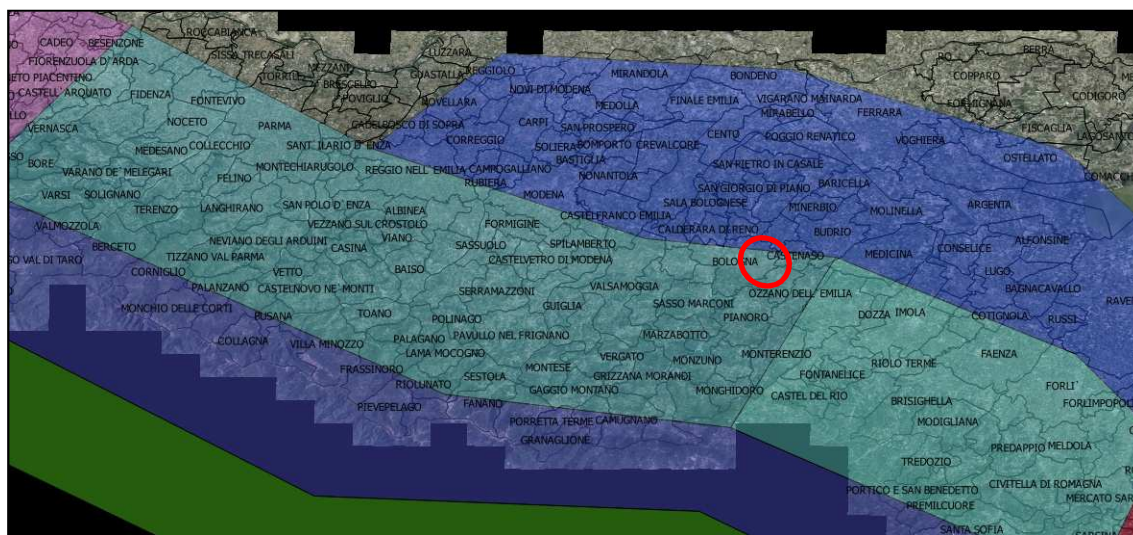


Figura 5-3 - Zone sismogenetiche riguardanti l'Emilia Romagna (Meletti e Valensise 2004).

Per una successiva schematizzazione della macro-sismicità: il territorio nazionale viene suddiviso in 4 differenti zone sismiche, ognuna contrassegnata da un diverso parametro a_g (PGA0), espresso come una frazione dell'accelerazione di gravità.

I territori comunali di Bologna e Castel Maggiore risultano classificati in Zona sismica 3.

Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Sulla base dei dati precedentemente presentati: il metodo proposto in “Indirizzi e criteri di microzonazione sismica” (I.C.M.S. 2009) per la stima del valore di Magnitudo di progetto attesa al sito viene di seguito riportato:

- Si considera sempre la zonazione sismogenetica (ZS9), Secondo la quale la sismicità può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una Magnitudo Momento massima M_{wmax} .
- Per i siti che ricadono all'interno di una delle 36 zone sismogenetiche predette si assume come M il valore di M_{wmax} .
- Ai fini della verifica a liquefazione e per i siti che non ricadono in alcuna zona si determinano le minime distanze (R) dalle zone (j) circostanti e si controlla per ciascuna di esse se la magnitudo M_i della zona è inferiore alla Magnitudo fornita dalla relazione $M_s = 1 + 3 \log(R)$. Se ciò accade, la verifica a liquefazione non è necessaria. Se invece è necessaria: si assume il valore di Magnitudo M_i più alto fra quelli per i quali la verifica risulta necessaria.

In alternativa è possibile il processo di disaggregazione della PGA. Questo processo permette di valutare, grazie alla mappatura delle zone sismogenetiche, il contributo di vari scenari Magnitudo-distanza epicentrale (M - R) alla determinazione della PGA_0 di sito. In un certo senso si può considerare come il processo inverso a quello probabilistico per la costruzione della mappa di pericolosità sismica del territorio Italiano. Sulla base dei suddetti criteri l'area oggetto di studio rientra entro la zona sismogenetica 913, per tanto la relativa Magnitudo Momento Massima attesa al sito è $M_{wmax} = 6.1$. Mentre in *Figura 6-3 e 6-4* sono riportate le carte di disaggregazione delle PGA elaborate da INGV per il Comune di Bologna, la quale evidenzia che i terremoti più

probabili attesi nell'area hanno una Magnitudo Momento media $M_{wmedia}=4.910$ e una Magnitudo Momento massima $M_{wmax}=5.774$.

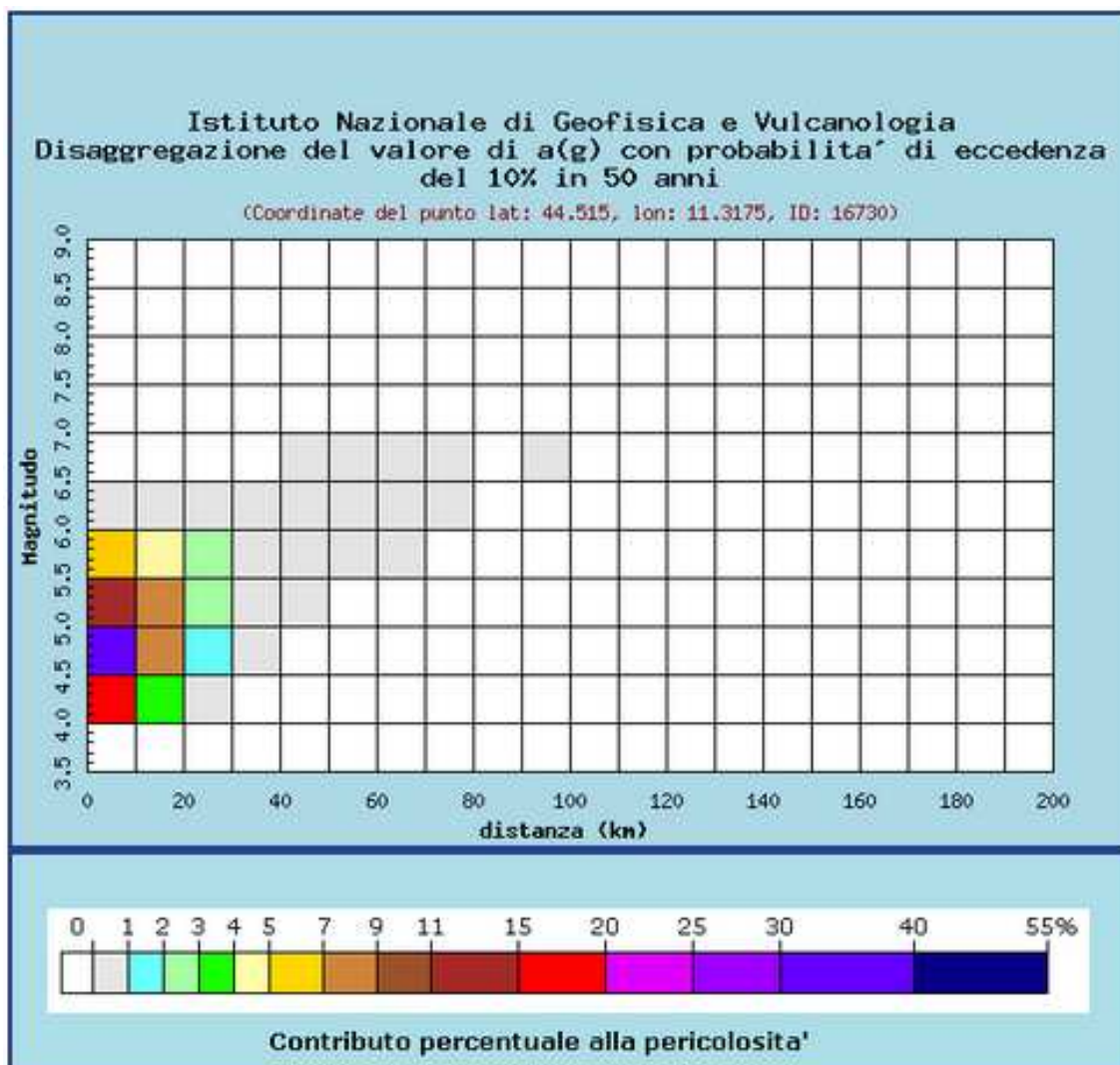


Figura 5-4 - Grafico di disaggregazione delle $PGA0$ (INGV).

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.515, lon: 11.3175, ID: 16730)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	18.600	30.200	14.200	5.060	0.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.280	8.830	7.550	4.450	0.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.072	1.080	2.220	2.030	0.203	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.017	0.398	0.741	0.098	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.023	0.208	0.070	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.031	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.910	8.800	0.864

Figura 5-5 - Tabella di disaggregazione delle PGA0 (INGV).

5.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Con l'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/sec), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Pertanto, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (D.M. 17/01/18).

Tipo di opera	2 Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di dimensioni normali
Vita nominale V_N	≥ 50
Classe d'uso	IV Funzioni pubbliche o strategiche importanti
Coefficiente d'uso C_U	2
Vita di riferimento $V_R = V_N \cdot C_U$	100

5.2 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed

orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

I parametri di interesse necessari per la definizione dell'azione sismica, sono stati determinati per diverse sezioni del tracciato ricadenti nelle rispettive maglie di riferimento.

Nelle tabelle con T_R (in anni) e a_g (in g) si indica rispettivamente il tempo di ritorno e l'accelerazione di picco su suolo di categoria A.

In fase progettuale, fissato il periodo di riferimento V_R e stabilita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} (funzione dello stato limite considerato, Tabella 1), è possibile stimare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R attraverso l'espressione:

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

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (PVR)	STATI LIMITE ULTIMI (PVR)
SLO - Stato limite di operatività (81%)	SLV- Stato limite di salvaguardia (10%)
SLD - Stato limite di danno (63%)	SLD – Stato limite di prevenzione del collasso (5%)

Qualora la pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno corrispondente al V_R e alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} fissate in progetto, il valore del generico parametro p (a_g , F_o , T^*_c) ad esso corrispondente potrà essere

ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

nella quale:

- p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato;
- T_{R1} , T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori p_1 e p_2 del generico parametro p .

I valori dei parametri a_g , F_o , T^*_c relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate in Allegato alle NTC.

Si riportano di seguito le tabelle con i valori dei parametri a_g , F_o e T^*_c , in funzione del periodo di ritorno T_R . I valori dei parametri a_g , F_o , T^*_c sono stimati come media pesata dei valori assunti dai parametri nei 4 vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione e i 4 vertici sopraccitati.

Via Dei Mille					Da pk 0+000 a pk 1+500				
STATI LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o	T^*_c [s]	STATI LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o	T^*_c [s]
SLO	60	0.072	2.480	0.275	SLO	60	0.070	2.485	0.275
SLD	101	0.089	2.472	0.285	SLD	101	0.087	2.476	0.285
SLV	949	0.210	2.428	0.315	SLV	949	0.212	2.438	0.307
SLC	1950	0.262	2.452	0.322	SLC	1950	0.269	2.436	0.312
Periodo di riferimento per l'azione sismica	100				Periodo di riferimento per l'azione sismica	100			

Da pk 1+500 a pk 3+000

Da pk 3+000 a pk 6+144

STATI LIMITE	TR [anni]	a_g [g]	F_o	T^*_c [s]	STATI LIMITE	TR [anni]	a_g [g]	F_o	T^*_c [s]
SLO	60	0.070	2.486	0.275	SLO	61	0.069	2.487	0.275
SLD	101	0.087	2.477	0.285	SLD	103	0.086	2.477	0.285
SLV	949	0.213	2.438	0.304	SLV	968	0.215	2.437	0.301
SLC	1950	0.271	2.431	0.310	SLC	1989	0.273	2.423	0.307
Periodo di riferimento per l'azione sismica	100				Periodo di riferimento per l'azione sismica	100			

5.3 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

La normativa in materia di Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) prevede che *“ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi come indicato al §7.11.3 della medesima normativa”*.

In assenza delle suddette analisi si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento come riportato nella seguente tabella.

DESCRIZIONE DEL PROFILO STRATIGRAFICO	Parametri
---------------------------------------	-----------

		VS30 (m/s)	NSPT (colpi/30cm)	Cu (kPa)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m	>800	-	-
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 e 800 m/s ovvero resistenza penetrometrica NSPT>50 e cu>250 kPa	360-800	>50	>250
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri caratterizzati da valori di Vs,30 compresi tra 180 e 360 m/s (15<NSPT<50 e 70<cu<250 kPa)	180-360	15-50	70-250
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs,30<180 m/s (NSPT<15, cu<70 kPa)	<180	<15	<70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs,30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore tra 5 e 20 m giacenti su un substrato di materiale più rigido con Vs,30 >800 m/s			

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo (parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa) la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (in m/s) dei depositi superficiali mediata sul loro spessore, ovvero rispetto alla profondità del bedrock sismico, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VsEq è definita dal parametro Vs30, ottenuto considerando considerando le proprietà degli strati di terreno fino a 30 m di profondità. Essa viene calcolata con la seguente relazione:

$$Vs30 = \frac{30}{\sum b_i / Vs_i} (m / sec)$$

con i=1,N

Per la definizione della categoria di sottosuolo, in mancanza di misure dirette delle velocità delle onde di taglio per la definizione della risposta sismica locale del sito è possibile ricorrere in prima analisi all'interpretazione delle prove SPT realizzate in corso di indagine;

Tra le varie correlazioni disponibili in letteratura, quelle relative alle prove SPT e velocità delle onde di taglio, rappresentano infatti le più diffuse. I primi studi di correlazione si sono sviluppati principalmente negli Stati Uniti e in Giappone fin dagli anni '70.

Una sintesi di questi studi è riportata nel seguente prospetto.

Author(s)	I.D.	All soils	Sand	Silt	Clay
SHIBATA (1970)	A	-	$V_s = 31.7 N^{0.54}$	-	-
OHBA and TORIUMA (1970)	B	$V_s = 84 N^{0.31}$	-	-	-
IMAI and YOSHIMURA (1975)	C	$V_s = 76 N^{0.33}$	-	-	-
OHTA <i>et al.</i> (1972)	D	-	$V_s = 87.2 N^{0.36}$	-	-
FUJIWARA (1972)	E	$V_s = 92.1 N^{0.337}$	-	-	-
OHSAKI and IWASAKI (1973)	F	$V_s = 81.4 N^{0.39}$	-	-	-
IMAI <i>et al.</i> (1975)	G	$V_s = 89.9 N^{0.341}$	-	-	-
IMAI (1977)	H	$V_s = 91 N^{0.337}$	$V_s = 80.6 N^{0.331}$	-	$V_s = 80.2 N^{0.292}$
OHTA and GOTO (1978)	I	$V_s = 85.35 N^{0.348}$	-	-	-
SEED and IDRIS (1981)	J	$V_s = 61.4 N^{0.5}$	-	-	-
IMAI and TONOUCHI (1982)	K	$V_s = 96.9 N^{0.314}$	-	-	-
SYKORA and STOKOE (1983)	L	-	$V_s = 100.5 N^{0.29}$	-	-
JINAN (1987)	M	$V_s = 116.1 (N+0.3185)^{0.202}$	-	-	-
OKAMOTO <i>et al.</i> (1989)	N	-	$V_s = 125 N^{0.3}$	-	-
LEE (1990)	O	-	$V_s = 57.4 N^{0.49}$	$V_s = 105.64 N^{0.32}$	$V_s = 114.43 N^{0.31}$
ATHANASOPOULOS (1995)	P	$V_s = 107.6 N^{0.36}$	-	-	$V_s = 76.55 N^{0.445}$
SISMAN (1995)	Q	$V_s = 32.8 N^{0.51}$	-	-	-
IYISAN (1996)	R	$V_s = 51.5 N^{0.516}$	-	-	-
KANAI (1966)	S	$V_s = 19 N^{0.6}$	-	-	-
JAFARI <i>et al.</i> (1997)	T	$V_s = 22 N^{0.85}$	-	-	-
KIKU <i>et al.</i> (2001)	U	$V_s = 68.3 N^{0.292}$	-	-	-
JAFARI <i>et al.</i> (2002)	V	-	-	$V_s = 22 N^{0.77}$	$V_s = 27 N^{0.73}$
HASANCEBI and ULUSAY (2006)	W	$V_s = 90 N^{0.309}$	$V_s = 90.82 N^{0.319}$	-	$V_s = 97.89 N^{0.269}$
ULUGERGERLI and UYANIK (2007)	X	$V_{SU} = 23.291 \ln(N) + 405.61$	-	-	-
ULUGERGERLI and UYANIK (2007)	Y	$V_{SL} = 52.9 e^{-0.011N}$	-	-	-
DIKMEN (2009)	Z	$V_s = 58 N^{0.39}$	$V_s = 73 N^{0.33}$	$V_s = 60 N^{0.36}$	$V_s = 44 N^{0.48}$
PITILAKIS <i>et al.</i> (1999)	AA	-	$V_s = 145(N_{60})^{0.178}$	-	$V_s = 132(N_{60})^{0.271}$
HASANCEBI and ULUSAY (2006)	AB	$V_s = 104.79(N_{60})^{0.26}$	$V_s = 131(N_{60})^{0.205}$	-	$V_s = 107.63(N_{60})^{0.237}$

Figura 5-6 - Principali correlazioni tra V_s and $NSPT$ (da BRANDENBERG *et al.*, 2010).

Sulla base dei dati geognostici disponibili (prove SPT in corso di sondaggio), di seguito si riporta il quadro riassuntivo dei risultati conseguiti per la determinazione delle categorie di sottosuolo in corrispondenza delle aree interessate dal tracciato di progetto.

<i>Progressive tracciato</i>		V_{seq}	<i>Categoria di suolo</i>
<i>da pk</i>	<i>a pk</i>		
Via Dei Mille		259	C
0+000	1+500	264	C
1+500	3+000	307	C
3+000	6+144	289	C

Sulla base dei risultati ottenuti, La velocità delle onde di taglio S per i primi 30,00 metri di profondità risulta compresa fra 259 e 307 m/s, conferendo al sottosuolo del tracciato in questione la Categoria C.

Nel seguito la definizione per la categoria di sottosuolo riscontrata lungo il tracciato secondo le Norme Tecniche 2018:

Categoria C – “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”

Sarà cura dei progettisti incaricati, sulla base di indagini geognostiche e geofisiche di dettaglio da realizzarsi nelle successive fasi progettuali, attribuire la più consona categoria e valutare se approfondire l'indagine per la definizione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica mediante studi specifici sulla risposta sismica locale, come indicato all'art. 7.11.3 del D.M. 17/01/2018.

5.4 VERIFICA SUSCETTIBILITÀ DI EFFETTI LOCALI

A seguito dei rilievi e delle indagini di riferimento prese in esame, l'area insiste su terreni sedimentari di origine alluvionale costituiti essenzialmente da litotipi sabbioso-limosi prevalenti.

Per una prima stima della possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione è possibile seguire le procedure che nell'ingegneria geotecnica sismica vengono denominate "metodi semplificati" che valutano la suscettibilità alla liquefazione dei depositi in funzione della profondità della falda, delle caratteristiche dell'evento sismico (magnitudo ed accelerazione al suolo) e dello stato di addensamento dei terreni sabbiosi. La suscettibilità di un deposito alla liquefazione è esprimibile attraverso la definizione di un coefficiente di sicurezza F_s , espresso come rapporto

$$F_s = \frac{CRR}{CSR} \cdot MSF$$

dove CRR rappresenta la resistenza normalizzata del terreno, CSR è la tensione indotta dal terremoto e MSF è un fattore di scala che può essere valutato mediante abachi in funzione della magnitudo.

Quando $F_s > 1$ la liquefazione è da escludere, viceversa se $F_s < 1$ vi è la possibilità che occorranو fenomeni di liquefazione.

Applicando la metodologia empirica proposta da Boulanger e Idriss (2014) che fornisce una valutazione "integrale" degli effetti della liquefazione, la valutazione della suscettibilità a liquefazione effettuata per la verticale d'indagine ha permesso il calcolo del fattore di sicurezza (FSL) in funzione della resistenza dei livelli liquefacibili, espressa tramite i valori di N_{SPT} scaturiti dalle prove pentrometriche dinamiche ed utilizzando i valori più cautelativi in favore di sicurezza. La profondità massima analizzata è di 20 m da p.c. come previsto da normativa.

Il calcolo di FSL è stato effettuato ai sensi dell'OPCM 3274/2003 con metodologia prevista nelle NTC/2018. È stata considerata una Magnitudo attesa al sito di $M_w=6.1$ e una accelerazione massima attesa in superficie $a_g=0.21$ g, calcolata tramite approccio semplificato da normativa di riferimento.

La metodologia empirica proposta da Boulanger e Idriss (2014) fornisce, per la verticale d'indagine considerata, fattori di sicurezza alla liquefazione (FSL) superiori all'unità come mostrato nelle tabelle riassuntive e relativi grafici che seguono.

Progressive tracciato		Profondità (m)	N_{SPT}	F_s
Da pk	A pk			
Via Dei Mille		0 – 6,0	15	1,4

		6,0 – 20,0	27	1,7
0+000	1+500	0 – 3,0	28	3,0
		3,0 – 10,0	21	1,6
		10,0 – 15,0	17	1,1
		15,0 – 20,0	24	1,3
1+500	3+000	0 – 3,0	31	3,3
		3,0 – 10,0	27	2,0
		10,0 – 15,0	22	1,4
		15,0 – 20,0	28	1,6
3+000	6+144	0 – 3,0	11	1,2
		3,0 – 10,0	15	1,1
		10,0 – 15,0	21	1,3
		15,0 – 20,0	26	1,4

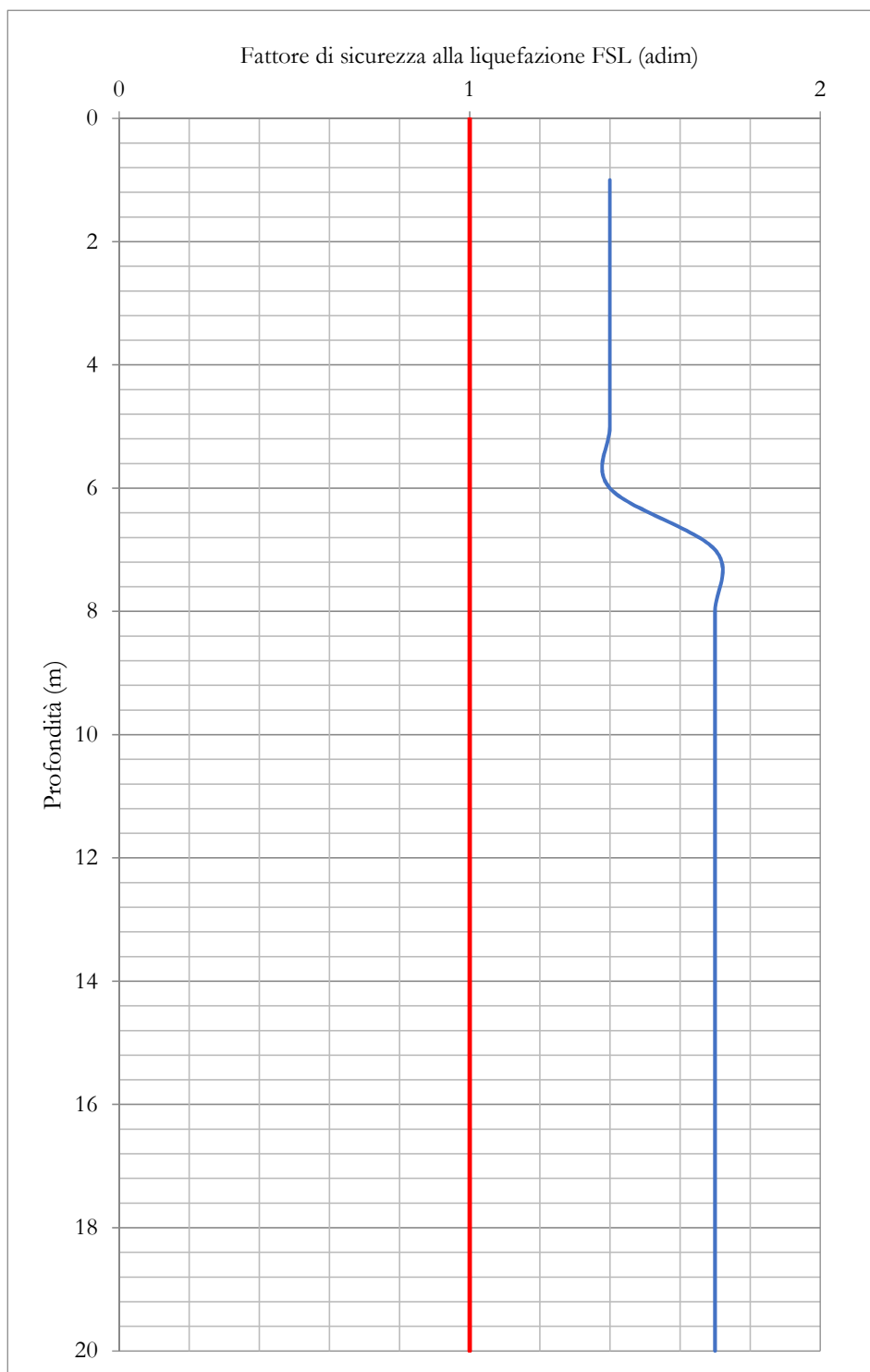


Figura 5-7 – Grafico FSL Via Dei Mille.

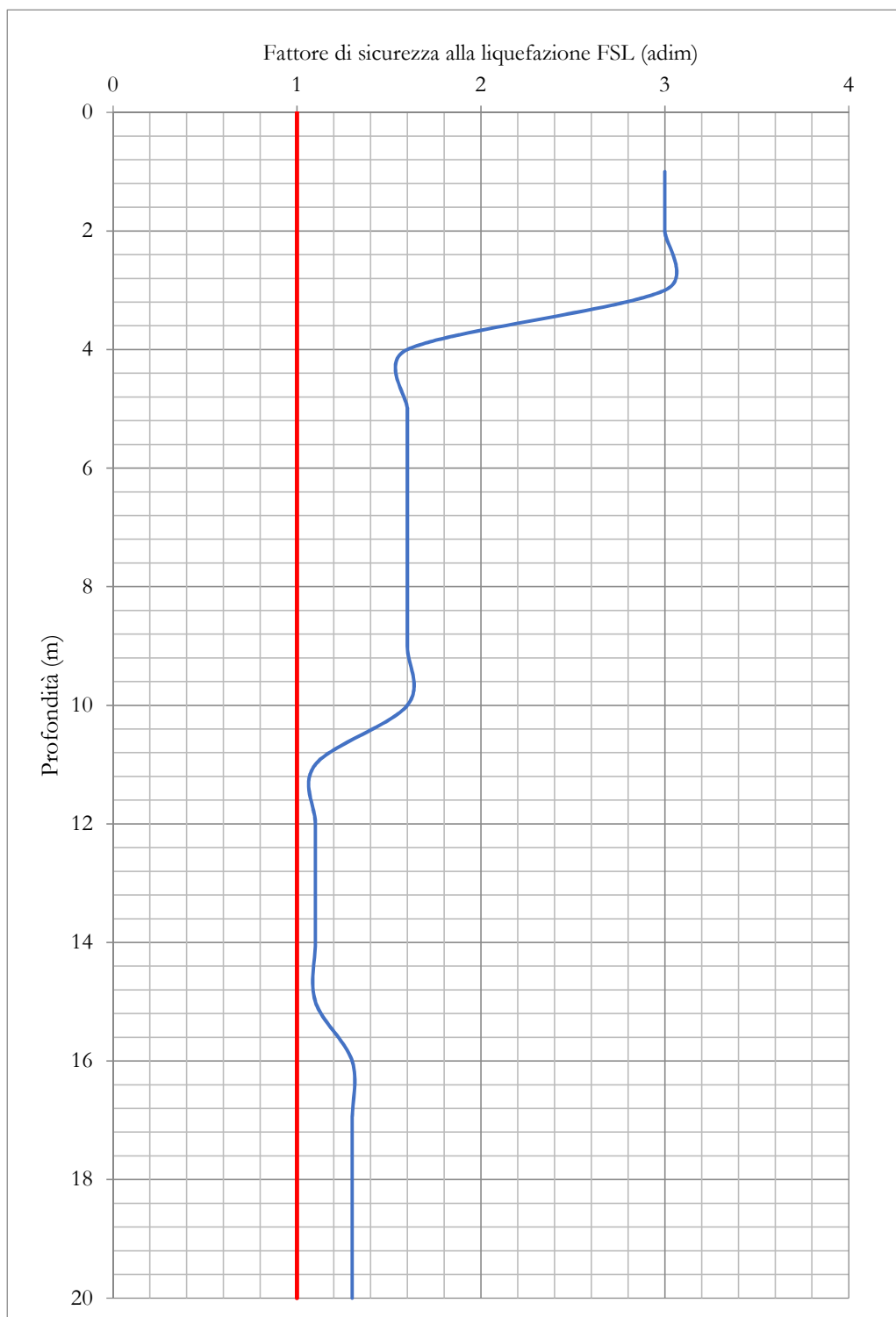


Figura 5-8 – Grafico FSL da pk0+000 a pk 1+500.

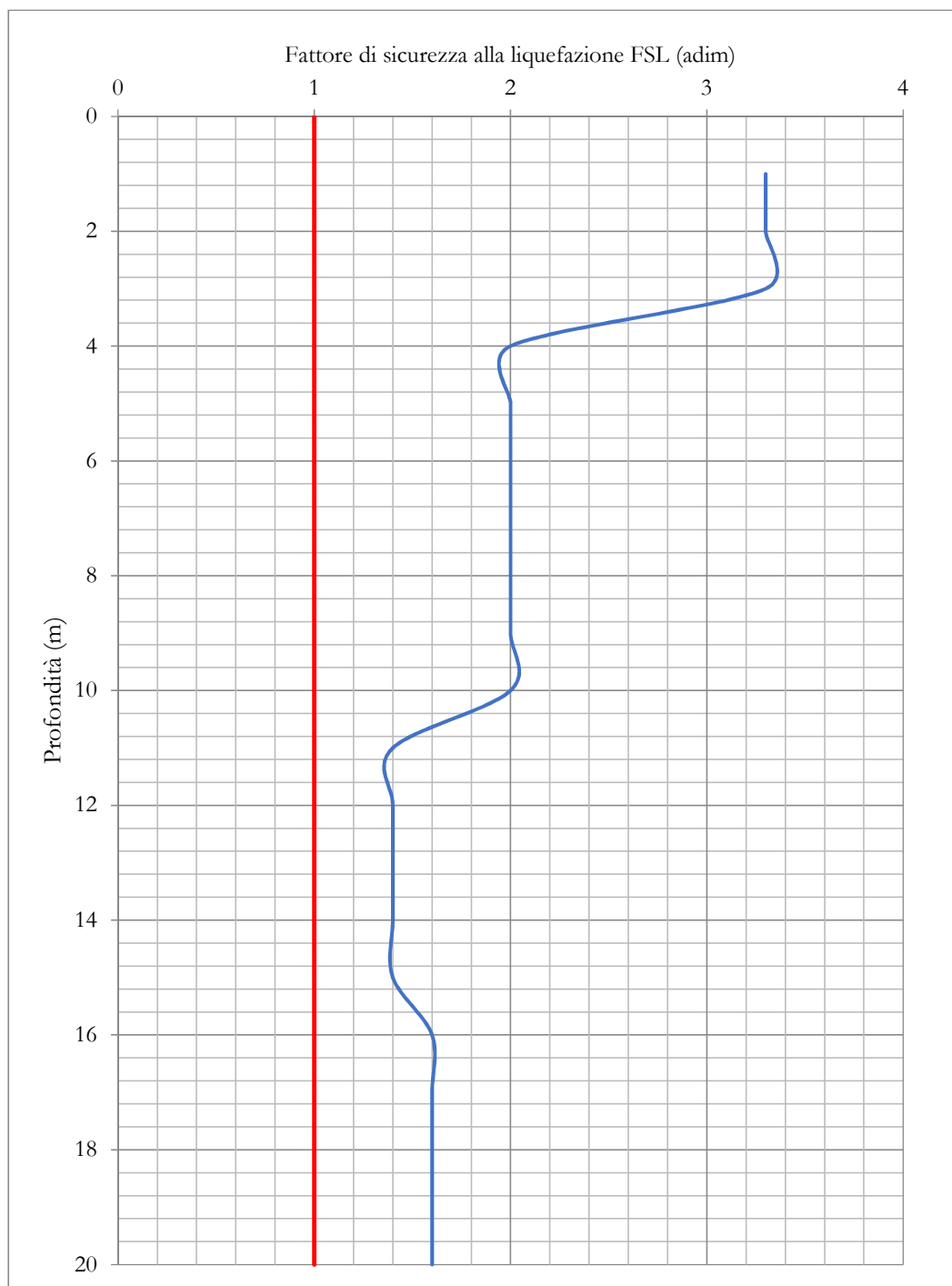


Figura 5-9 – Grafico FSL da pk 1+500a pk 3+000.

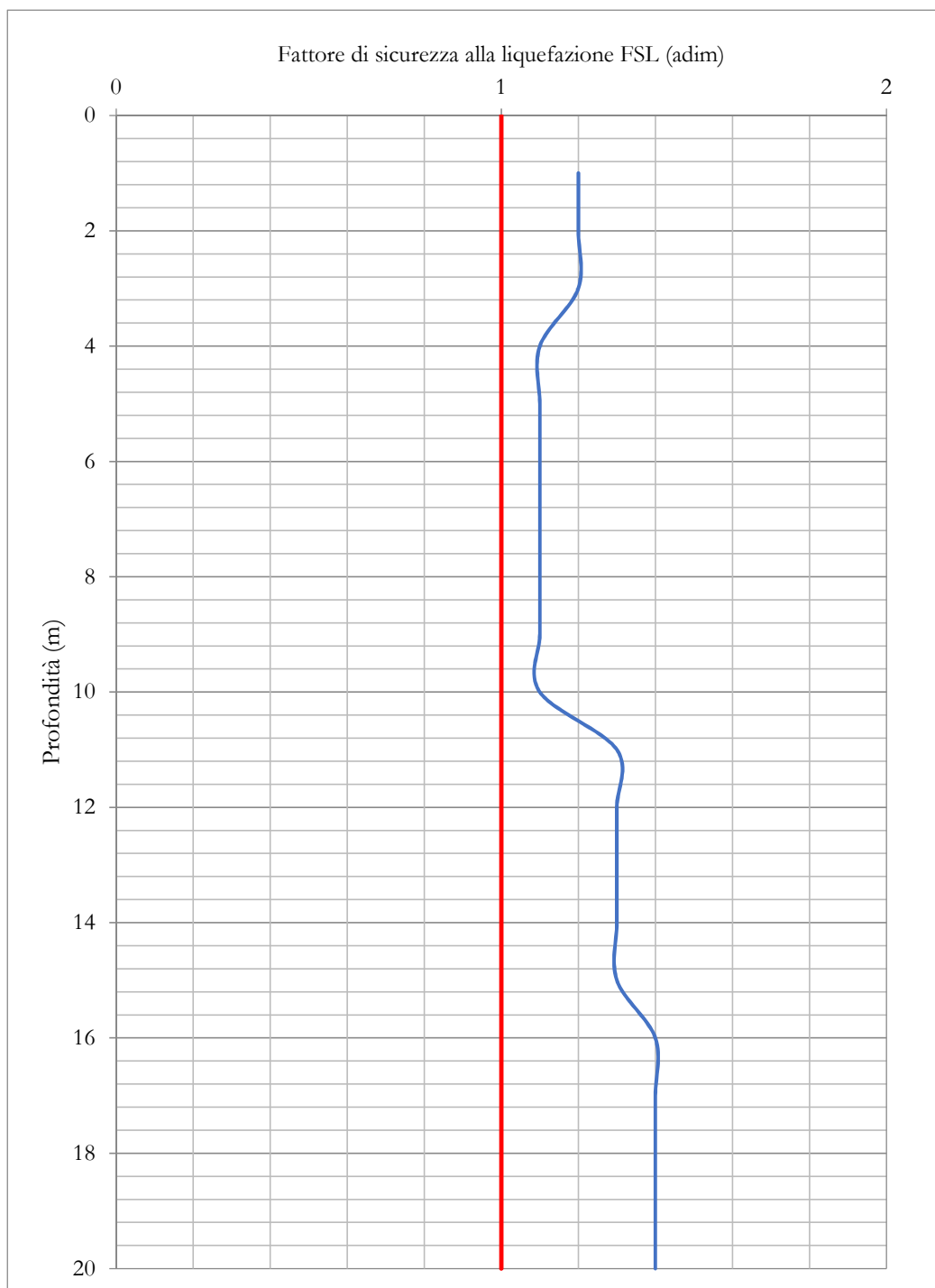


Figura 5-10 – Grafico FSL da pk 3+000 a pk 6+144.

Tuttavia nelle successive fasi progettuali sarà necessario verificare puntualmente e con l'ausilio di indagini mirate la suscettibilità al fenomeno di liquefazione sismica dei terreni interessati dall'opera.

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO

La caratterizzazione litologica dei terreni finalizzata a definire il modello geologico di riferimento per l'area oggetto della presente progettazione è stata effettuata sulla base dei dati messi a disposizione della committenza e riferiti a sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione disponibili all'interno del database di pubblico accesso del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

In Allegato alla presente relazione, vengono proposte le stratigrafie concernenti i sondaggi di riferimento, mentre per l'ubicazione delle indagini si rimanda alla planimetria proposta nell'elaborato grafico B381-C-SF-GEO-PP001A.

Di seguito si riporta in forma tabellare un quadro riassuntivo delle indagini di riferimento, con indicazione delle profondità investigate e data di esecuzione:

<i>Prova</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Profondità [m da p.c.]</i>	<i>Data esecuzione</i>	<i>Livello idrico [m da p.c.]</i>
221050P100A	Via dei Giardini	-10,00	06/1974	-4,00
221050P100B	Via dei Giardini	-10,00	06/1974	-4,00
221050P102F	Via dell'Arcoveggio	-9,00	06/1969	n.r.
221050P103A	Via Carlo Porta	-20,00	05/1969	n.r.
221050P103B	Via Carlo Porta	-20,00	05/1969	n.r.
221050P416	Via di Corticella	-30,50	09/12/1988	-14,20
221050P417	Via di Corticella	-30,00	07/09/1988	-11,90
221050P418	Via di Corticella	-30,00	16-18/12/1987	-13,10
221050P419	Via di Corticella	-30,00	15-16/12/1987	-9,90
221050P420	Via di Corticella	-30,00	18-21/12/1987	-13,90
221050P421	Via di Corticella	-32,00	07-08/01/1988	-13,20
221050P422	Via di Corticella	-30,00	12-14/12/1987	-11,90
221050P423	Via di Corticella	-30,00	10-11/12/1987	-16,30
221050P424	Via di Corticella	-30,00	15/12/1987	-8,10
221050P425	Via di Corticella	-27,00	11-12/12/1987	-11,20
221050P426	Via di Corticella	-22,00	03-04/12/1987	-17,40
221050P427	Via di Corticella	-32,00	09-11/01/1988	n.r.
221050P428	Via di Corticella	-30,00	16-18/11/1987	-11,00
221050P429	Piazza dell'Unità	-30,00	19-21/12/1987	-10,00
221050P447	Via di Corticella	-30,50	9-11/12/1987	n.r.
221050P448	Via di Corticella	-30,50	02-03/12/1987	-10,40
221050P449	Via di Corticella	-30,00	26-27/11/1987	-10,90
221050P456	Via N. Corazza	-20,00	28/11/1984	-19,20
221050P457	Via di Corticella	-26,00	29/11/1984	n.r.
221050P489	Via Colombarola	-12,45	22/07/1994	-6,95
221050P516	Via delle Fonti	-50,00	16/06/1998	n.r.
221050P031A	Via dei Mille	-12,00	15/10/1969	n.r.

Prova	Ubicazione	Profondità [m da p.c.]	Data esecuzione	Livello idrico [m da p.c.]
221050P409	Via Gramsci	-25,00	22-25/05/1990	-5,75
221010P415G	Vasche Sant'Anna	-10,00	01/10/1981	-3,70

6.1 PROVE GEOTECNICHE IN SITO

Per le indagini geognostiche di riferimento sono disponibili i risultati di prove Standard Penetration Test (SPT) realizzate in foro di sondaggio ed utili a ricavare e studiare le caratteristiche di un terreno.

La prova consiste nell'infiggere nel terreno alla base del sondaggio un campionatore, per 3 tratti consecutivi, ciascuno di 15 cm, rilevando il numero di colpi (N) necessario per la penetrazione di ciascun tratto di 15 cm. Il valore di NSPT è dato dalla somma dei colpi ottenuti per il 2° e 3° tratto. Di seguito vengono riportati in forma tabellare i risultati delle prove SPT eseguite nel corso dei sondaggi di riferimento.

Prova	Profondità da p.c. [m]	Prova SPT (n. colpi/15 cm)	Nspt	Litologia prevalente
221050P416	-3,00	2-3-4	7	Sabbia fine limosa
	-5,50	5-4-5	9	Sabbia fine
	-7,60	2-2-4	6	Limo argilloso
	-10,50	2-2-3	5	Sabbia fine limoso argillosa
	-12,00	1-2-2	4	Sabbia fine limoso argillosa
	-17,50	7-9-15	24	Sabbia medio grossolana
	-19,10	9-15-20	35	Ghiaia sabbioso argillosa
	-20,50	12-13-23	36	Sabbia fine limosa
	-22,00	14-13-32	45	Sabbia grossa e ghiaia media
	-24,00	24-34-R	R	Sabbia grossa e ghiaia media
	-25,50	23-31-54	85	Sabbia grossa e ghiaia media
	-28,50	7-9-15	24	Sabbia fine limosa
	-30,00	11-14-23	37	Sabbia media e fine
221050P417	-5,50	2-3-3	6	Sabbia fine limoso argillosa
	-7,00	2-3-5	8	Sabbia fine limoso argillosa
	-10,00	1-3-2	5	Sabbia media e fine
	-12,40	2-5-2	7	Sabbia fine limosa
	-18,20	9-12-27	39	Limo argilloso
	-19,50	11-23-36	59	Ghiaia sabbiosa
	-21,50	12-25-39	64	Ghiaia sabbiosa
	-28,50	19-28-45	83	Ghiaia sabbiosa
	-25,50	20-27-43	70	Ghiaia sabbiosa
	-27,50	21-30-47	77	Ghiaia sabbiosa
	-29,50	32-32-R	R	Sabbia grossolana

Prova	Profondità da p.c. [m]	Prova SPT (n. colpi/15 cm)	Nspt	Litologia prevalente
221050P418	-3,00	8-10-15	25	Sabbia fine limoso argillosa
	-4,50	3-11-13	24	Sabbia media
	-7,00	3-4-5	9	Limo argilloso
	-9,00	2-3-3	6	Limo argilloso
	-12,50	3-4-5	9	Limo argilloso
	-18,00	15-23-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-19,00	13-27-48	75	Sabbia grossa ghiaiosa
	-21,00	21-25-48	73	Sabbia grossa ghiaiosa
	-22,50	25-53-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-24,50	29-39-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-26,50	30-40-42	82	Sabbia grossa ghiaiosa
	-28,00	26-35-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-29,40	28-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
221050P419	-2,00	6-9-9	18	Sabbia fine limoso argillosa
	-11,00	4-7-7	14	Sabbia fine limoso argillo
	-12,50	5-7-9	16	Sabbia fine limoso argillo
	-14,00	2-5-5	10	Sabbia fine limoso argillo
	-15,00	7-10-15	25	Sabbia grossa ghiaiosa
	-16,50	7-10-15	25	Sabbia grossa ghiaiosa
	-21,00	15-30-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-22,50	30-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-24,00	25-R	R	Ghiaia sabbiosa
	-25,50	15-37-R	R	Ghiaia sabbiosa
	-27,50	32-R	R	Ghiaia sabbiosa
221050P420	-3.50	6-9-15	24	Limo argilloso sabbioso
	-9.00	2-3-4	7	Sabbia fine limoso argillosa
	-10,50	2-3-3	6	Sabbia fine limoso argillosa
	-16,00	7-9-11	20	Sabbia fine limoso argillosa
	-19,00	23-35-49	84	Sabbia ghiaiosa e ghiaie
	-20,50	40-R	R	Sabbia ghiaiosa e ghiaie
	-22,50	40-R	R	Sabbia ghiaiosa e ghiaie
	-24,00	33-44-R	R	Sabbia ghiaiosa e ghiaie
	-25,50	32-R	R	Sabbia ghiaiosa e ghiaie
	-27,50	28-35-R	R	Sabbia ghiaiosa e ghiaie
221050P421	-2,00	7-3-11	14	Sabbia media limosa
	-4,00	6-10-22	32	Sabbia media limosa
	-7,50	2-4-3	7	Sabbia fine argillosa
	-10,00	2-3-3	6	Sabbia fine limoso argillosa
	-19,50	28-35-47	82	Ghiaia e sabbia grossolane
	-21,50	15-25-45	70	Ghiaia e sabbia grossolane
	-23,50	32-22-39	61	Ghiaia e sabbia grossolane
	-25,50	23-37-48	85	Ghiaia e sabbia grossolane
	-27,50	24-40-R	R	Ghiaia e sabbia grossolane

Prova	Profondità da p.c. [m]	Prova SPT (n. colpi/15 cm)	Nspt	Litologia prevalente
	-29,50	28-47-R	R	Ghiaia e sabbia grossolane
221050P422	-3,10	9-15-17	32	Sabbia fine limosa
	-19,50	33-R	R	Ghiaia grossa
	-21,00	40-R	R	Ghiaia grossa
	-22,50	29-R	R	Ghiaia grossa
	-24,00	30-R	R	Ghiaia grossa
	-25,50	42-R	R	Ghiaia grossa
	-27,00	35-R	R	Ghiaia grossa
	-28,50	32-R	R	Ghiaia grossa
221050P423	-2,50	2-4-7	11	Limo argilloso
	-4,00	2-3-5	8	Sabbia fine argillosa
	-10,20	5-7-9	16	Limo sabbioso argilloso
	-12,00	3-6-5	11	Argilla limosa
	-13,50	3-4-4	8	Sabbia media
	-19,10	2-15-19	34	Sabbia grossa con ghiaia
	-20,50	12-25-R	R	Sabbia grossa con ghiaia
	-22,50	25-23-R	R	Sabbia grossa con ghiaia
	-24,20	11-14-25	39	Sabbia argillosa media e fine
	-25,30	15-43-32	75	Sabbia grossa
221050P424	-27,00	16-36-R	R	Sabbia ghiaiosa
	-3,00	8-19-27	46	Sabbia e limo argillosi
	-8,20	7-15-25	40	Sabbia argillosa media e fine
	-11,00	3-7-9	16	Sabbia fine limosa
	-13,80	4-8-9	17	Sabbia media argillosa
	-15,50	3-6-10	16	Limo argilloso
	-19,50	9-11-12	23	Sabbia media
	-21,50	15-25-R	R	Sabbia ghiaiosa
	-23,30	29-32-R	R	Ghiaia grossolana
	-24,50	25-30-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-26,00	29-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-28,00	33-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
221050P425	-29,50	35-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-3,20	2-4-6	10	Limo argilloso
	-14,00	5-7-11	18	Sabbia fine
	-16,00	8-3-15	18	Sabbia medio-grossa
	-18,50	25-R	R	Ghiaia grossa sabbiosa
	-21,00	25-R	R	Ghiaia grossa sabbiosa
	-22,50	32-R	R	Ghiaia grossa sabbiosa
	-24,80	42-R	R	Ghiaia grossa sabbiosa
221050P426	-26,50	40-R	R	Ghiaia grossa sabbiosa
	-3,50	9-15-18	33	Sabbia fine limoso argilloso
	-6,00	8-13-17	30	Sabbia fine limoso argilloso
	-18,00	18-19-R	R	Sabbia medio fine con ghiaia
221050P427	-21,50	25-R	R	Ghiaia grossa
	-2,00	12-18-24	42	Sabbia fine limosa

Prova	Profondità da p.c. [m]	Prova SPT (n. colpi/15 cm)	Nspt	Litologia prevalente
	-4,00	2-3-2	5	Limo argilloso
	-12,50	13-27-32	59	Sabbia fine e media
	-14,50	22-25-R	R	Ghiaia sabbiosa
	-16,50	24-32-R	R	Ghiaia sabbiosa
	-18,50	18-34-49	R	Ghiaia sabbiosa
	-20,50	25-57-R	R	Ghiaia sabbiosa
	-22,50	29-32-R	R	Ghiaia sabbiosa
	-24,50	31-R	R	Ghiaia sabbiosa
	-26,50	21-33-R	R	Ghiaia sabbiosa
	-28,50	23-40-49	89	Ghiaia sabbiosa
	-30,50	20-25-32	57	Ghiaia sabbiosa
221050P428	-2,00	7-13-20	33	Sabbia fine limoso argilloso
	-4,50	4-6-9	15	Sabbia fine limoso argilloso
	-7,00	2-4-5	9	Sabbia fine limoso argilloso
	-8,50	4-9-12	21	Sabbia fine limoso argilloso
	-11,00	6-11-15	26	Sabbia fine argilloso
	-12,40	3-4-5	9	Sabbia fine limoso argilloso
	-15,50	6-11-13	24	Sabbia fine limoso argilloso
	-17,20	8-15-20	35	Sabbia grossa ghiaiosa
	-21,00	28-28-35	63	Sabbia grossa ghiaiosa
	-22,50	27-25-30	55	Sabbia grossa ghiaiosa
	-23,50	25-29-23	52	Sabbia grossa ghiaiosa
221050P429	-4,00	9-12-18	30	Sabbia fine limoso argilloso
	-6,00	14-16-15	31	Sabbia media
	-9,50	9-12-18	30	Limo sabbioso con ghiaia
	-11,00	6-8-12	20	Limo sabbioso con ghiaia
	-18,00	12-11-11	22	Sabbia media e grossa
	-22,00	32-R	R	Sabbia grossa e ghiaia
	-23,50	25-38-48	86	Sabbia grossa e ghiaia
	-25,00	26-32-R	R	Sabbia grossa e ghiaia
	-26,80	13-21-30	51	Sabbia media e fine argilloso
	-28,60	15-23-32	55	Sabbia media e fine argilloso
221050P447	-2,50	3-3-4	7	Sabbia fine limosa
	-4,50	3-4-5	9	Sabbia fine limosa
	-6,00	2-3-3	6	Sabbia fine limosa
	-7,50	2-3-5	8	Sabbia fine limosa
	-8,60	7-9-9	18	Ghiaia sabbiosa argilloso
	-10,50	5-7-10	17	Limo argilloso
	-12,50	5-7-8	15	Limo argilloso
	-14,00	6-8-10	18	Limo argilloso
	-16,50	7-10-15	25	Sabbia media
	-18,20	6-9-11	20	Limo sabbioso argilloso
	-20,00	20-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-22,50	14-48-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-24,50	20-25-R	R	Sabbia grossa ghiaiosa
	-26,50	25-R	R	Sabbia grossa

Prova	Profondità da p.c. [m]	Prova SPT (n. colpi/15 cm)	Nspt	Litologia prevalente
	-28,00	35-R	R	Ghiaia grossa
	-29,50	40-R	R	Ghiaia grossa
221050P448	-1,80	2-4-3	7	Sabbia fine limoso argillosa
	-7,00	2-4-3	7	Limo argilloso deb. Sabbioso
	-10,00	2-4-5	9	Limo argilloso deb. sabbioso
	-12,00	5-7-9	17	Sabbia fine argillosa
	-14,00	4-7-11	18	Argilla limoso sabbiosa
	-15,00	5-11-8	19	Sabbia media
	-18,00	20-15-16	31	Sabbia media
	-20,00	20-21-25	46	Sabbia media
	-27,00	5-8-14	22	Sabbia media e fine
	-29,00	6-10-15	25	Sabbia media e grossa
221050P449	-5,00	5-7-5	12	Sabbia fine
	-7,00	4-7-6	13	Sabbia fine
	-8,50	4-7-5	12	Sabbia fine
	-10,50	5-7-6	13	Sabbia fine
	-12,00	4-6-10	16	Sabbia fine
	-15,00	8-24-34	58	Sabbia fine con ghiaia
	-17,50	6-23-32	55	Sabbia ghiaiosa
	-20,00	7-15-21	36	Sabbia ghiaiosa
	-21,50	5-11-15	26	Sabbia ghiaiosa
	-23,50	8-13-18	31	Sabbia ghiaiosa
221050P456	-25,50	4-7-11	18	Sabbia media e grossa
	3,50	2-3-3	6	Sabbia medio fine
	6,50	3-5-5	10	Argilla limosa
	9,50	2-2-3	5	Argilla limosa
	12,50	3-7-8	15	Argilla limosa
221050P457	15,50	32-40-R	R	Ghiaia grossa sabbiosa
	-3,00	2-3-4	7	Riporto
	-6,00	3-5-6	11	Sabbia grossa
	-9,00	2-4-4	8	Sabbia grossa
	-12,00	3-5-6	11	Argilla
	-16,50	6-10-12	22	Sabbia media argillosa
	-22,50	23-32-40	72	Ghiaia grossa
221050P489	-25,50	46-50-R	R	Ghiaia grossa
221050P409	-12,00	3-4-6	10	Sabbia medio fine limosa
	-3,30	2-7-8	15	Sabbia limo-argillosa
	-19,40	15-15-12	27	Sabbia medio fine
	-21,30	23-25-19	44	Sabbia medio fine
	-22,50	34-35-14	49	Sabbia medio fine

7. MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI TERRENI

La ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo indagato scaturisce dall'analisi dei risultati conseguiti a seguito della realizzazione delle indagini in sito di riferimento.

Da un punto di vista stratigrafico, tenendo conto della inevitabile eterogeneità delle caratteristiche litologiche dei terreni presenti nell'intera area è possibile distinguere diverse facies che si succedono in modo non sequenziale nel sottosuolo, con rapporti stratigrafici fortemente eteropici e conseguenti repentine variazioni e cambi di facies sia in senso orizzontale che verticale.

Tale assetto stratigrafico con l'indicazione della distribuzione delle diverse unità geologiche in profondità è rappresentato nella sezione litostratigrafica B381-C-SF-GEO-PF001A. La reale geometria delle diverse unità è accertata solo in corrispondenza delle verticali d'indagine prese in esame, mentre per le altre distribuzioni, trattandosi di estrapolazioni su base sedimentologica in funzione delle indagini, sono da tener conto possibili variazioni locali.

Le facies individuate sono:

- **RIPORTO**

Depositi antropici di natura limoso-sabbiosa che presentano localmente inclusi di varia natura, caratterizzati da eterogeneità degli spessori e delle caratteristiche di consistenza.

- **UNITÀ A –Facies limoso-argillosa**

Limo argilloso e argilla limosa di colore grigio verdastro con presenza di calcinelli e bioclasti. Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies B e C.

- **UNITÀ B – Facies sabbiosa-limosa**

Sabbia fine e media talvolta debolmente limosa di color marrone. Questa unità si rinviene in corpi lenticolari distribuiti nelle Facies A e C.

- **UNITÀ C – Facies ghiaiosa**

Ghiaia da fine a medio-grossolana in matrice sabbioso limosa. Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies A e B.

Sulla base delle prove in sito realizzate (SPT) è possibile fornire un'indicazione dei parametri geotecnici caratteristici delle suddette facies e di seguito riportati in forma tabellare. I valori

adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati, assunti in modo moderatamente cautelativo, sono quelli estrapolati attraverso correlazioni ricavate da letteratura tecnica la cui validità è confermata a livello internazionale o estrapolati da vari abachi di correlazione consigliati da diversi autori (Meyerhof 1956, Skempton 1986, Schmertmann 1997).

RIPORTO	
Terreni limoso-sabbiosi con inclusi	
Grado di addensamento	Da poco a moderatamente addensato
Peso di volume secco (γ_d)	16-18 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	28°-30°
Coesione mobilizzabile (c)	0 kPa

UNITÁ A	
Limi Argillosi	
Grado di addensamento	-
Peso di volume secco (γ_d)	19-20 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	24°-27°
Coesione mobilizzabile (c)	5-10 kPa

UNITÁ B	
Terreni sabbioso-limosi	
Grado di addensamento	Medio-elevato
Peso di volume secco (γ_d)	18-20 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	27°-30°
Coesione mobilizzabile (c)	0-5 kPa

UNITÁ C	
Terreni ghiaiosi in matrice sabbiosa	
Grado di addensamento	elevato
Peso di volume secco (γ_d)	19-21 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	35°-32°
Coesione mobilizzabile (c)	0 kPa

Tali caratteristiche geologiche e geotecniche saranno oggetto di validazione a seguito delle indagini integrative da effettuarsi nelle successive fasi progettuali.

8. INTERFERENZE CON LA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Per quanto esposto al par. 3.3, il tracciato della tranvia in progetto si colloca all'interno di un sistema acquifero multilivello, idrostratigraficamente ospitato nei depositi quaternari della porzione sommitale del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore; più precisamente risulta interessato il complesso acquifero A1 ospitante i livelli acquiferi SUP1-2 e SUP3-4 (questi ultimi due non sempre ben differenziabili e pertanto, alla scala dell'opera, considerati l'uno l'estensione dell'altro).

La complessità intrinseca della geometria del sistema acquifero multilivello e l'eterogeneità dei relativi parametri idrogeologici lungo il tracciato, comporterà una risposta dell'acquifero alle opere in progetto significativamente diversa, a seconda della progressiva di avanzamento. Nel caso di opere in superficie, verranno realizzati interventi di sostegno e di drenaggio, così come di impermeabilizzazione. Viceversa, per quanto riguarda le opere in sotterraneo, qualora sussistano condizioni per un effetto barriera persistente ai fini del flusso idrico sotterraneo, saranno previste opere di mitigazione così come riportato negli elaborati progettuali di riferimento.

Di seguito vengono illustrate le opere in sotterraneo più rappresentative con relativo modello idrogeologico ricostruito a partire dalle indagini geognostiche realizzate e consistite nella terebrazione di n. 10 sondaggi meccanici a carotaggio continuo con fori attrezzati a piezometro caratterizzati da tratti filtranti localizzati in corrispondenza degli acquiferi intercettati.

In allegato si riportano le stratigrafie relative alle indagini realizzate mentre per le ubicazioni si rimanda alle immagini di Figura 8-4 e 8-10.

8.1 SOTTOPASSO STRADALE VIA FERRARESE-VIA MAZZA E PARCHEGGIO INTERRATO PIAZZA DELL'UNITÀ

Al fine di consentire la realizzazione di una porzione a raso della nuova linea tranviaria in Via Ferrarese/Via Mazza, viene realizzato un sottoattraversamento dedicato al traffico automobilistico, accessibile mediante opportune rampe di accesso ambo i lati.

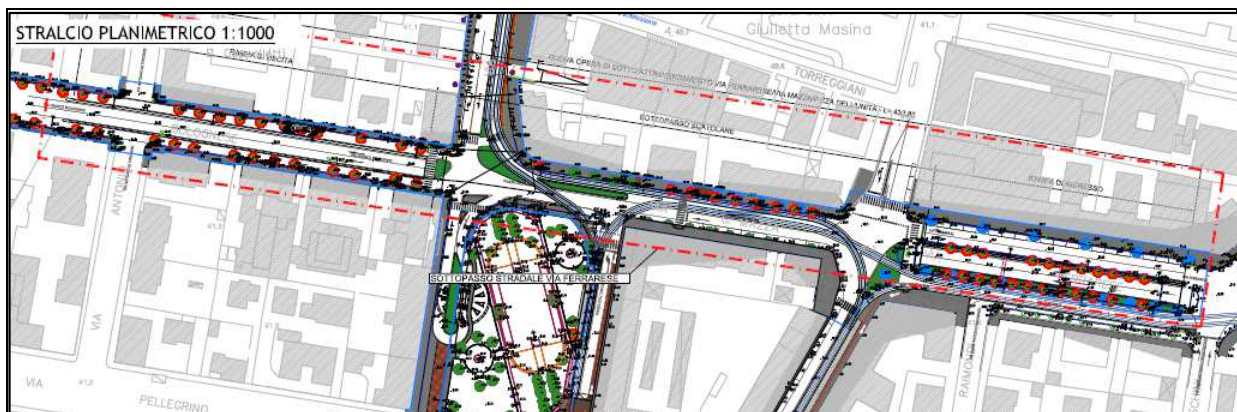


Figura 8-1 – Inquadramento dell'opera (estratto da elaborato B381-C-SF-STR-PP001A)

Le rampe di accesso ubicate su ambo i lati sono costituite da una platea e da muri andatori in cls armato, mentre la porzione interrata è costituita da uno scatolare in cls armato.

Per consentire la realizzazione del manufatto, saranno messi in opera opportuni diaframmi in cls armato di spessore 80 cm, e lunghezza variabile tra 6-11 m ubicati su ambo i lati dello sviluppo longitudinale dello stesso.

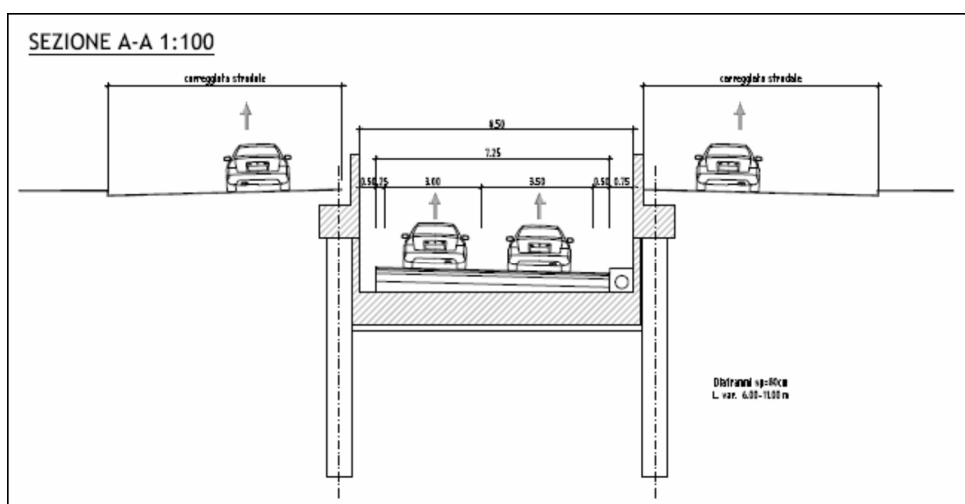


Figura 8-2 – Sezione trasversale scatolare interrato (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT001A)

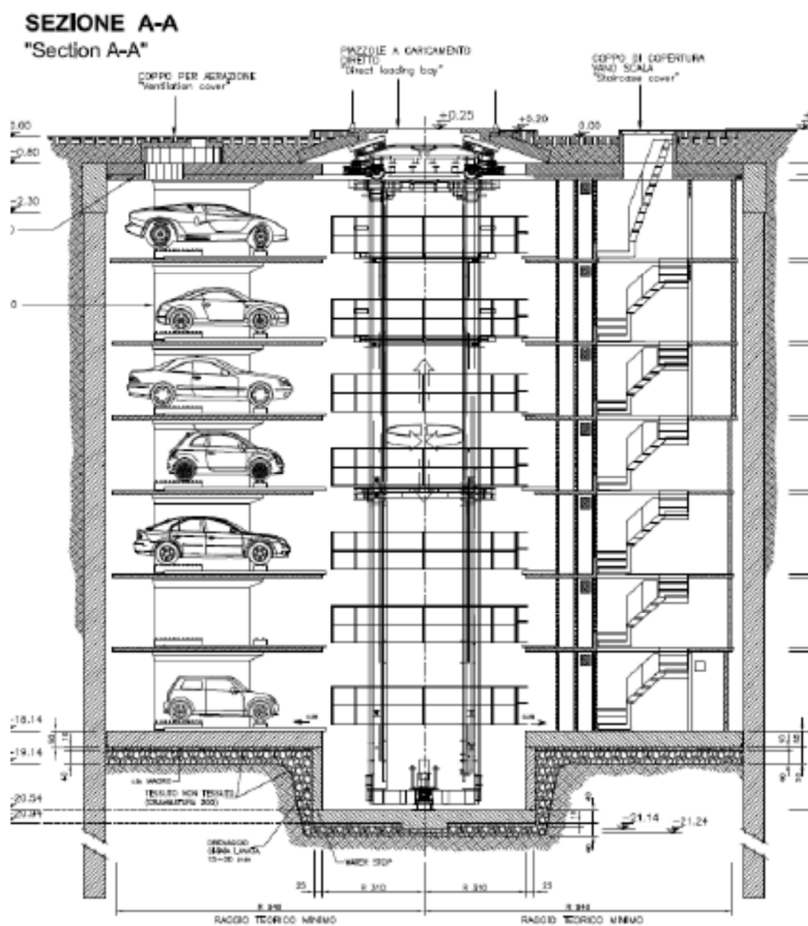


Figura 8-3 – Sezione trasversale parcheggio interrato P.zza Unità

8.1.1 Piezometri di riferimento

La caratterizzazione dei terreni finalizzata a definirne la litologia e le caratteristiche idrogeologiche dei litotipi costituenti il sottosuolo delle aree oggetto di intervento è stata effettuata sulla base dei dati acquisiti nel corso della realizzazione delle indagini ubicate come da figura 8-4 e sintetizzate nella tabella seguente con indicazione delle profondità investigate, delle attrezzature installate e dei livelli idrici misurati in foro. In allegato vengono proposte le stratigrafie.

SONDAGGIO	PROFONDITÀ [m da p.c.]	ATTREZZATURA INSTALLATA	DATA ESECUZIONE	LIVELLI PIEZOMETRICI [m da p.c.]
SOT01	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	20/06/2022	7,70 (19/07/2022) 7,61 (26/07/2022)
SOT01-B	-30,00	Piez. Norton 3" 0-20 m cieco	14-15/07/2022	13,42 (19/07/2022) 13,19 (26/07/2022)
SOT03	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	16/06/2022	7,09 (19/07/2022) 7,95 (26/07/2022)
SOT03-B	-30,00	Piez. Norton 3" 0-18 m cieco	13/07/2022	11,68 (19/07/2022) 11,48 (26/07/2022)
SOT04	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	21/06/2022	9,46 (20/07/2022) 9,22 (26/07/2022)
SOT04-B	-30,00	Piez. Norton 3" 0-21 m cieco	18-19/07/2022	14,00 (20/07/2022) 13,77 (26/07/2022)
SOT06	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	14-15/06/2022	11,20 (19/07/2022) 11,00 (26/07/2022)



Figura 8-4 – Ubicazione indagini

8.1.2 Modello idrogeologico e possibili interferenze con le opere

L'area di P.zza dell'Unità si colloca alla quota topografica media di 43 m sl.m. L'alternanza litologica riscontrata attraverso la ricostruzione di n. 2 sezioni idrogeologiche aventi sviluppo W-E e S-N (Fig. 5-5 e 5-6 ed Allegati 3-4)) delinea la presenza di un sottosuolo costituito da orizzonti acquiferi sovrapposti e separati verticalmente, da corpi litologici dotati di bassa conducibilità idraulica. Siamo, infatti, in presenza del complesso acquifero superficiale multifalda (A1) che ospitanti le falde SUP 2 e SUP 3-4. Di seguito si riporta una descrizione del sottosuolo del settore in esame con riferimento alle falde individuate:

Depositi fini superficiali

Da 0 a circa 7-9 m dal p.c. (34-36 m s.l.m.), sono presenti sedimenti prevalentemente argilloso-limosi a costituire il livello impermeabile di superficie.

I° acquifero (A1c)

Costituito da depositi sabbiosi intercettati dai sondaggi realizzati a partire da profondità comprese tra 8-11 m da p.c. (35-32 m s.l.m.). I valori di soggiacenza registrati nei piezometri realizzati (compresi tra 7-9 m da p.c.), mostrano, per la falda SUP3 in esso contenuta, un comportamento tipico di falda confinata.

Da circa 12-16 m dal p.c. (27-31 m s.l.m, con spessore mediamente compreso tra 5 e 8 m) sono presenti sedimenti argilloso-limosi, che costituiscono un orizzonte di separazione con continuità laterale (aquiclude) tra il I° e il II° acquifero ghiaioso-sabbioso individuato.

II° acquifero (A1b)

A partire dalla profondità di c.ca 20-21 m da p.c. (22-23 m s.l.m., con spessore medio pari a c.ca 4 m) sono presenti sedimenti ghiaiosi eterogenei immersi in matrice limoso-sabbiosa. Tali orizzonti rappresentano il secondo livello acquifero ghiaioso nell'area, sede di una falda confinata (SUP2), con livelli piezometrici misurati all'interno dei piezometri fenestrati in corrispondenza dell'acquifero compresi fra circa 29,26 e 31,52 m s.l.m.

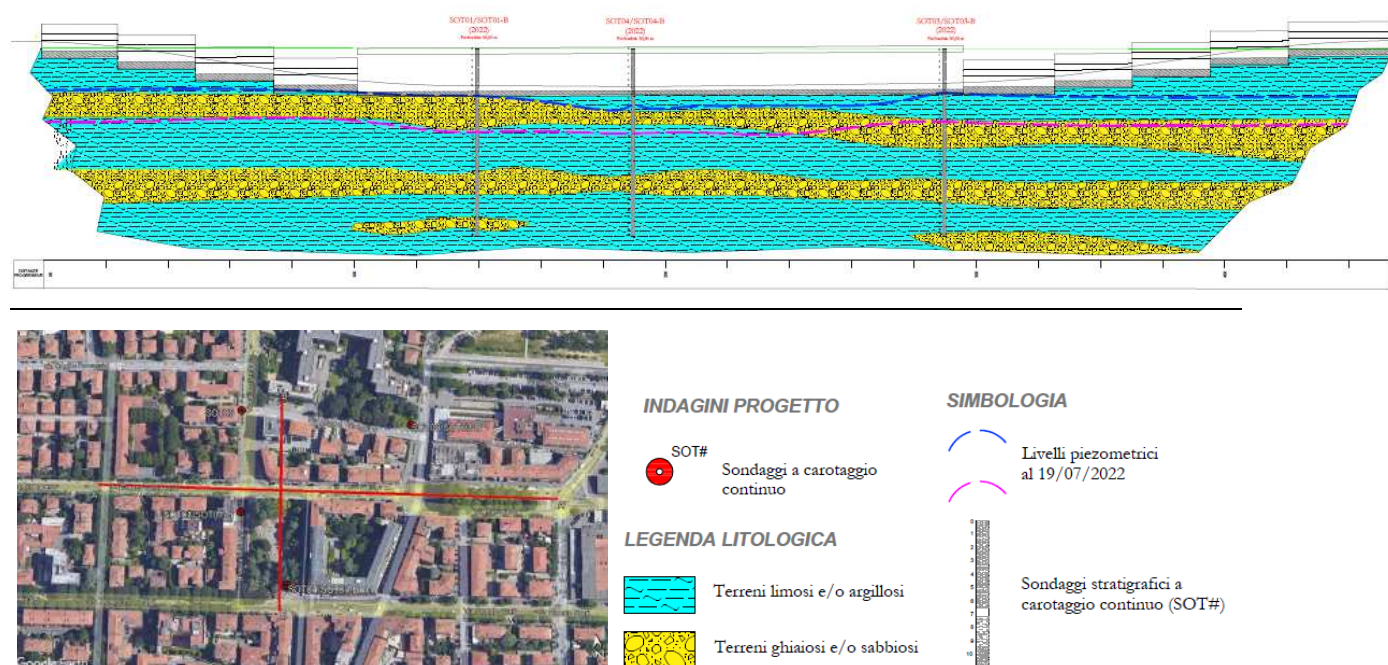


Figura 8-5 –Sezione A-A'(W-E)

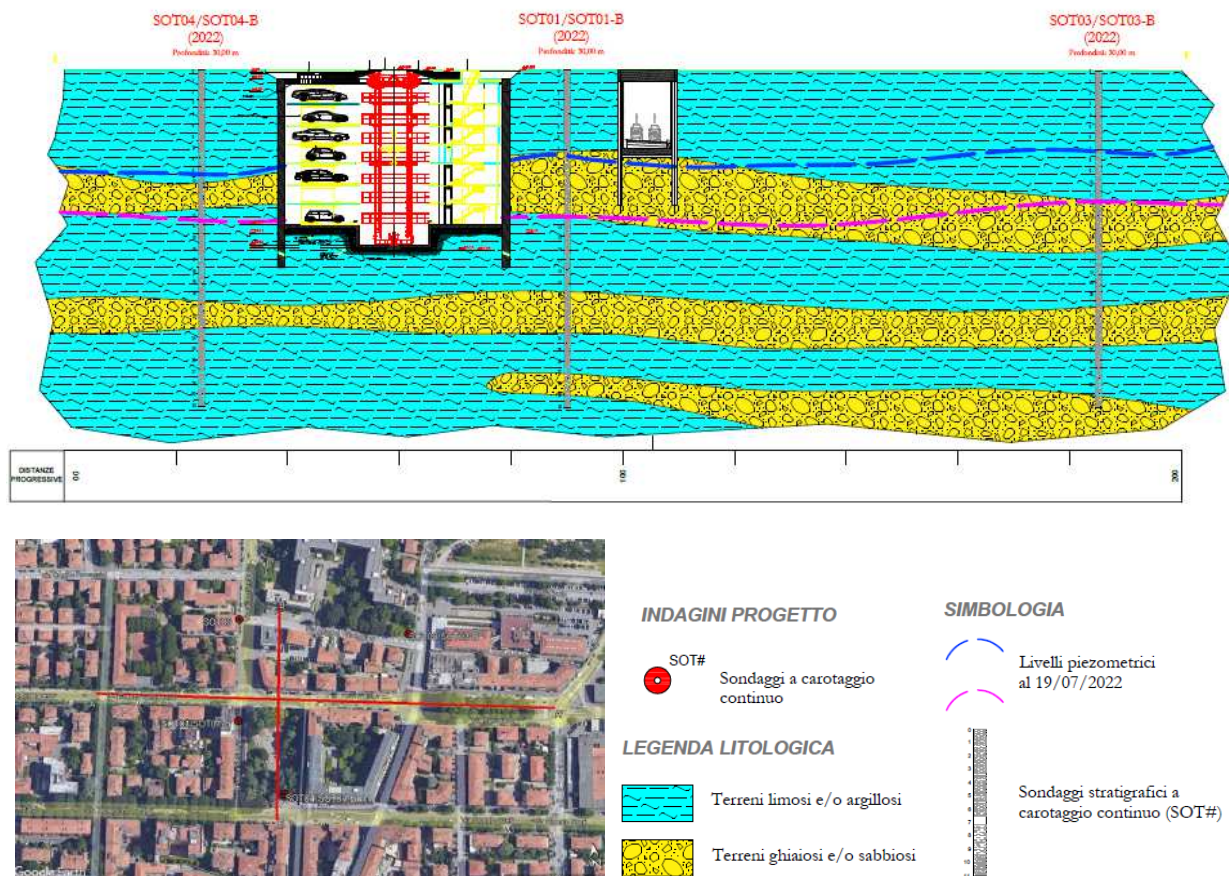


Figura 8-6 – Sezione B-B'(S-N)

L'attività di monitoraggio svolta a seguito della realizzazione delle indagini, ha pertanto permesso il riscontro, in corrispondenza dell'area, di una effettiva separazione idraulica tra l'orizzonte acquifero superficiale (SUP3) e il sistema acquifero sottostante. La situazione descritta ha trovato ulteriore conferma nella diversità dei valori di carico idraulico riportata nelle sezioni tracciate e nella locale continuità areale dell'elemento di separazione tra i due acquiferi.

A valle degli esiti delle campagne di monitoraggio realizzate, il sottopasso stradale di via Ferrarese-Via Mazza risulta potenzialmente interferente con il sistema acquifero A1c (falda superficiale SUP3) ma stante le massime profondità raggiunte dall'opera è possibile escludere la possibilità di effetti barriera persistenti ai fini del flusso idrico sotterraneo.

Per ciò che concerne il parcheggio interrato da realizzarsi in Piazza dell'Unità, l'opera risulta interferente con l'acquifero A1c intercettando entrambe le falde individuate (SUP3 e SUP2). Tuttavia, alla luce della geometria degli acquiferi individuati che mostrano continuità laterale sia in senso longitudinale che trasversale (vd. Figure 5-5 e 5-6 ed Allegati 3-4) risulta inattendibile l'effetto barriera idraulica.

Nelle successive fasi progettuali verranno attuati approfondimenti di indagine e previste campagne di misure freatiche al fine di ricostruire l'andamento stagionale della piezometria dell'area e sulla base degli esiti dei monitoraggi, in fase definitiva qualora si ravvisasse l'esistenza di eventuali condizioni che possano portare all'interruzione, da parte delle strutture in progetto, del flusso idrico sotterraneo, saranno previste opere di mitigazione (sistemi di continuità di falda) da attuarsi attraverso soluzioni ingegneristiche descritte negli elaborati progettuali di riferimento.

8.2 SOTTOPASSO TRAMVIARIO "PASSANTE"

Per consentire il passaggio della nuova linea tranviaria lungo via di Corticella in corrispondenza dello svincolo con la tangenziale, viene realizzato un nuovo sottovia ad esclusivo uso della linea stessa, lungo complessivamente, rampe comprese, poco più di 670 m.



Figura 8-7 – Inquadramento dell'opera (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT002A)

Le rampe di accesso ubicate su ambo i lati sono costituite da una platea e da muri andatori in cls armato, mentre la porzione interrata è costituita da uno scatolare in cls armato.

Per consentire la realizzazione del manufatto, saranno messi in opera opportuni diaframmi in cls armato di spessore 80 cm, e lunghezza variabile tra 6-11 m ubicati su ambo i lati dello sviluppo longitudinale dello stesso. Per la sola porzione di manufatto direttamente ubicata al di sotto della tangenziale, la realizzazione sarà effettuata con l'ausilio di una berlinese di micropali su ambo i lati.

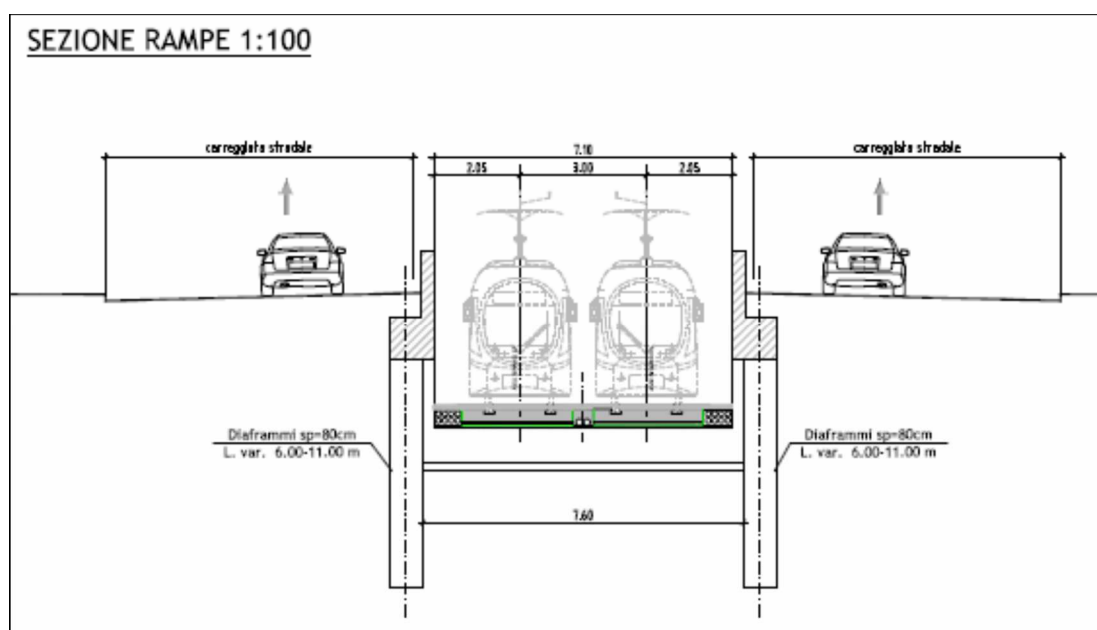


Figura 8-8 – Sezione trasversale rampe di accesso (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT002A)

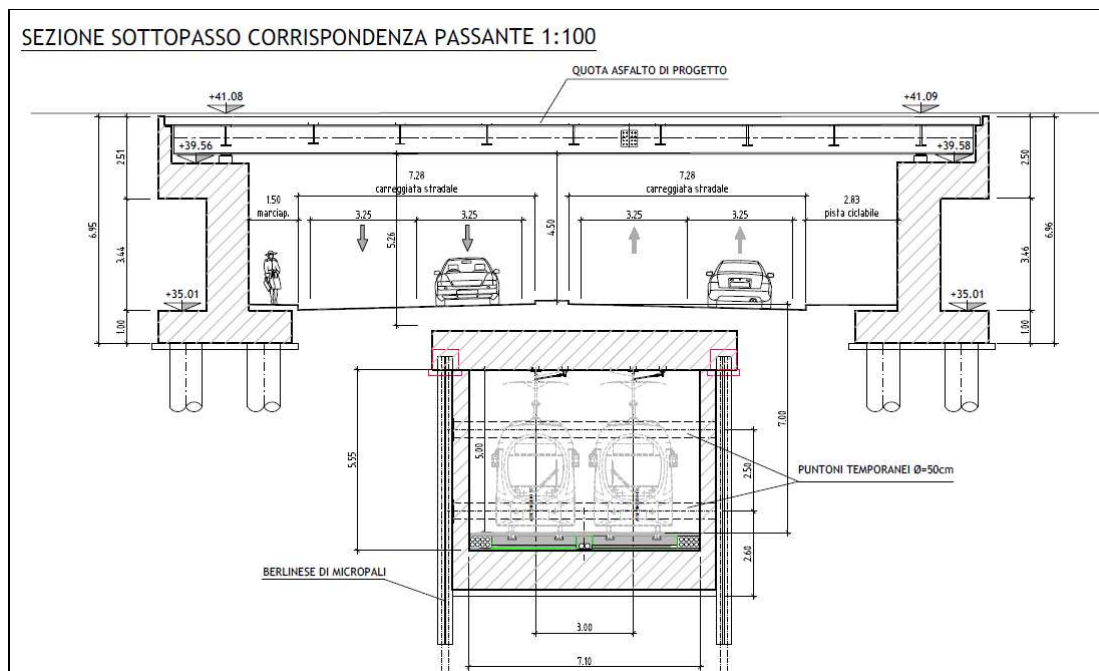


Figura 8-9 – Sezione trasversale sottopasso in corrispondenza del Passante (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT002A)

8.2.1 Piezometri di riferimento

La caratterizzazione dei terreni finalizzata a definirne la litologia e le caratteristiche idrogeologiche dei litotipi costituenti il sottosuolo delle aree oggetto di intervento è stata effettuata sulla base dei dati acquisiti nel corso della realizzazione delle indagini ubicate come da figura 8-10 e sintetizzate nella tabella seguente con indicazione delle profondità investigate, delle attrezzature installate e dei livelli idrici misurati in foro.

SONDAGGIO	PROFONDITÀ [m da p.c.]	ATTREZZATURA INSTALLATA	DATA ESECUZIONE	LIVELLI PIEZOMETRICI [m da p.c.]
SOT11	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	09-10/06/2022	16,63 (19/07/2022) 16,45 (26/07/2022)
SOT12	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	13-14/06/2022	7,21 (19/07/2022) 7,05 (26/07/2022)
SOT14	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	08-09/06/2022	14,29 (19/07/2022) 14,90 (26/07/2022)

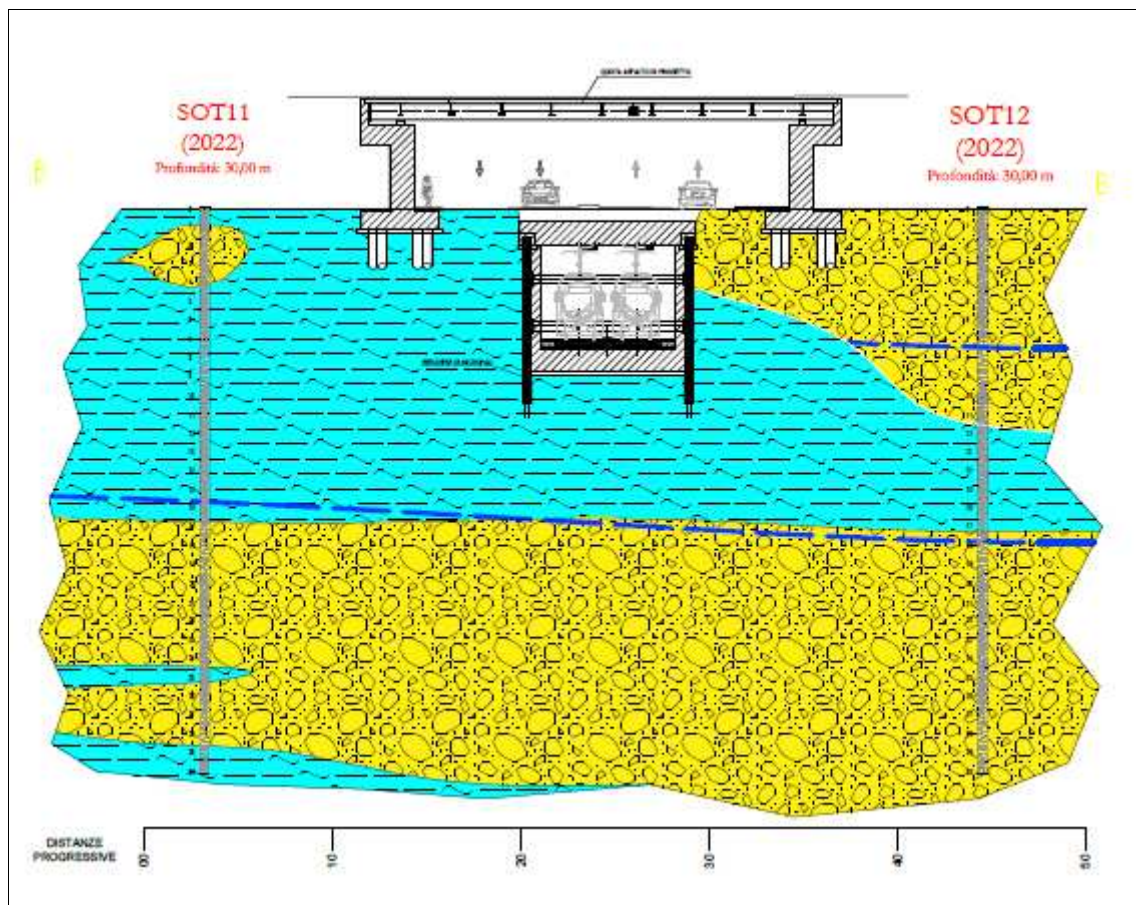


Figura 8-10 – Ubicazione indagini

8.2.2 *Modello idrogeologico e possibili interferenze con l'opera*

Il settore in esame risulta ubicato alla quota topografica media di 35 m s.l.m.. La realizzazione delle indagini integrative, ha consentito la ricostruzione della geometria dei corpi sedimentari sepolti fino alla profondità massima di circa -30,00 m dal p.c..



La sezione geologica A-A' tracciata (Fig. 8-11 ed Allegato 5), avente sviluppo Sud-Nord con estensione pari a circa 50 m lineari, evidenzia una certa omogeneità del tetto di un orizzonte ghiaioso continuo e caratterizzato da profondità minime pari a circa 14,5 m dal p.c. (lato E) e massime pari a circa 18,0 m dal p.c. (lato W), mentre si rilevano a partire da p.c. e fino a profondità prossime a 11,0 m (SOT12) depositi sabbiosi più superficiali di spessore pari a c.ca 8 m.




INDAGINI PROGETTO

SOT#
● Sondaggi a carotaggio continuo

LEGENDA LITOLOGICA

 Terreni limosi e/o argillosi
 Terreni ghiaiosi e/o sabbiosi

SIMBOLOGIA

 livello piezometrico al 19/07/2022



Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo (SOT#)

Figura 8-11 – Sezione A-A'(S-N)

Sulla base dell'interpretazione dei dati di sottosuolo e della piezometria rilevata localmente è possibile confermare che, nel settore oggetto di intervento, il complesso delle falde superficiali (SUP 1-2-3-4) risulta interessato da manifestazioni idriche riferibili alla falda SUP2, ospitata nei depositi prevalentemente ghiaiosi-sabbiosi sottostanti i terreni più superficiali prevalentemente fini, con comportamento tipico di falda libera.

In corrispondenza del piezometro SOT12 viene altresì intercettato il corpo acquifero A1c con livello piezometrico attestato a profondità compresa tra 7,05 e 7,21 m attribuibile con buona approssimazione alla falda SUP3-SUP4, la quale risulta arealmente irregolare e non continua a causa della presenza di spessori argillosi che ne costituirebbero un orizzonte di separazione escludendone la continuità laterale.

Stante la configurazione idrogeologica descritta, l'opera in progetto risulta localmente interferente con il sistema acquifero A1c sede della falda più superficiale non caratterizzata da continuità laterale, che porta ad escludere l'esistenza di eventuali condizioni che possano comportare l'interruzione, da parte delle strutture in progetto, del flusso idrico sotterraneo.

Nelle successive fasi progettuali verranno attuati approfondimenti di indagine e sarà prevista l'esecuzione campagne di misure freaticometriche al fine di ricostruire l'andamento stagionale della piezometria dell'area e sulla base degli esiti dei monitoraggi, in fase definitiva verrà valutata l'individuazione di soluzioni progettuali mirate a limitare l'approfondimento delle opere.

8.3 ADEGUAMENTO SOTTOVIA FERROVIARIO

Per consentire il passaggio della nuova linea tranviaria in corrispondenza dell'intersezione fra via di Corticella e la linea ferroviaria, in sostituzione dell'attuale sottovia a luce singola, sarà realizzato un nuovo sottoattraversamento in cls armato a doppio fornice spinto sino alla profondità di -6,97 m da p.c.. La realizzazione avverrà secondo diverse fasi e prevede la realizzazione di una berlinese di micropali tirantati a sostegno del rilevato ferroviario su cui si trova la coppia di binari che resta attiva.

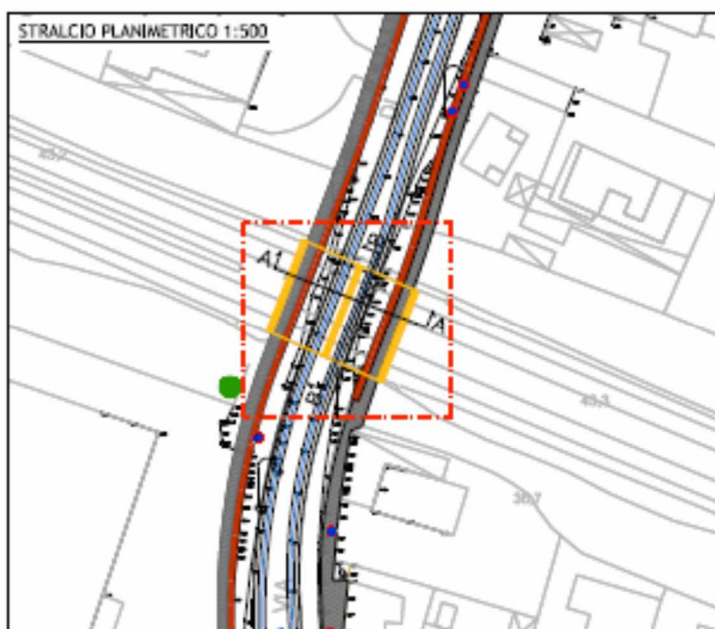


Figura 8-12 – Inquadramento dell'opera (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT003A)

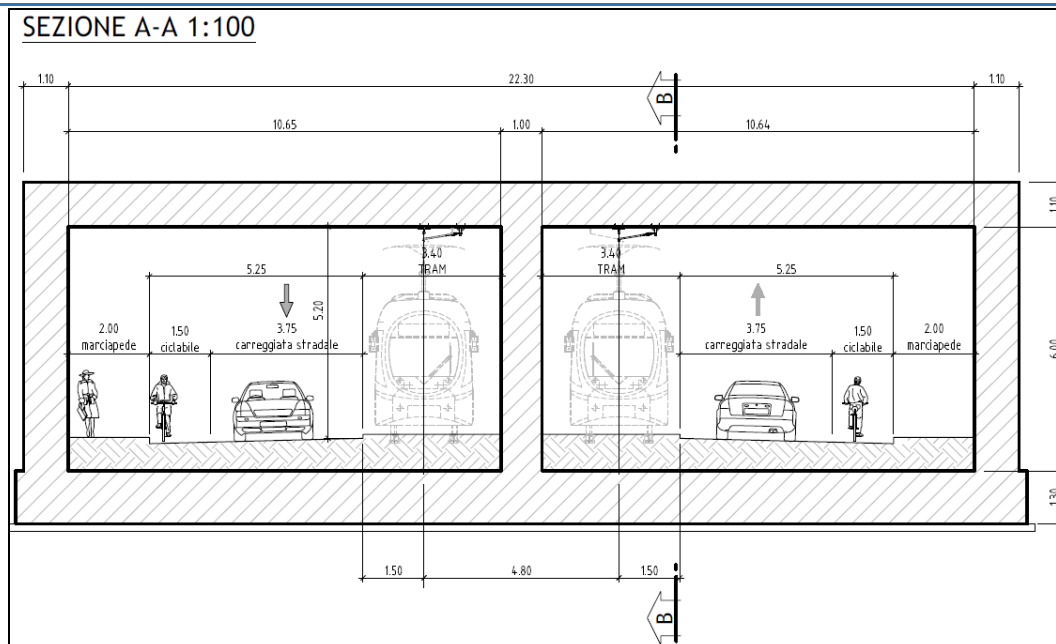


Figura 8-13 – Sezione trasversale sottoattraversamento (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT003A)

Stante gli esiti delle indagini di riferimento prese in esame (sondaggio 221050P423 (1987)), l'opera in progetto non risulta interferire con il sistema acquifero superficiale del sottosuolo dell'area inquadrabile all'interno dei depositi limoso-sabbiosi rinvenuti a partire dalla profondità di -14,00 m da p.c., con livello piezometrico riscontrato alla profondità di -16,30 m da p.c. al termine dell'esecuzione del sondaggio.

Nelle successive fasi progettuali verranno attuati approfondimenti di indagine mirati alla definizione del modello idrogeologico sito-specifico e qualora si ravvisasse l'esistenza di eventuali condizioni che possano portare all'interruzione, da parte delle strutture in progetto, del flusso idrico sotterraneo, saranno previste opere di mitigazione (sistemi di continuità di falda) da attuarsi attraverso soluzioni ingegneristiche descritte negli elaborati progettuali di riferimento.

8.4 LOCALI TECNOLOGICI DI LINEA – SSE02

La realizzazione della sottostazione elettrica interrata n. 2 è prevista lungo via Corticella in corrispondenza dell'area ex distributore carburanti all'altezza del civico n. 241.

Le cabine di trasformazione interrate strutturalmente sono degli edifici scatolari in c.a.v. completamente interrati. Le fondazioni sono costituite da una platea di spessore 50 cm, le strutture in elevazione sono delle pareti esterne contro terra di spessore 40 cm mentre le pareti interne hanno spessore 30 cm; su tali pareti cui poggia la copertura dello scatolare costituita da un solaio alveolare prefabbricato alto 30 cm con getto di completamento armato di altezza 5 cm.

Stante gli esiti delle indagini di riferimento prese in esame (sondaggio 221050P100 (1974)), si evince la presenza di circolazione idrica sotterranea alla profondità di -4,00 m dal piano campagna, che inducono ad escludere interferenze dell'opera in progetto con il sistema acquifero, sebbene siano possibili risalite piezometriche in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi. Particolare attenzione dovrà pertanto essere posta ad eventuali ristagni e/o venute d'acqua ed in corso d'opera dovrà essere valutata l'opportunità di realizzare interventi di impermeabilizzazione all'interno degli scavi o di sistemi drenanti atti all'aggottamento e allontanamento delle acque.

9. NOTE CONCLUSIVE E GIUDIZIO DI FATTIBILITÀ

Nel presente rapporto viene presentato un inquadramento geologico, idrogeologico e sismico generale delle aree oggetto di studio e sulla base delle indagini di repertorio messe a disposizione dalla committenza è stato desunto il modello geologico del sottosuolo di interesse.

Alla luce dello studio condotto, della natura e delle caratteristiche dell'intervento, i lavori in progetto risultano compatibili con la situazione geologica e morfologica dei luoghi e tali da non influire negativamente sulla stabilità delle aree.

Si rimanda alle successive fasi progettuali per approfondimenti di indagine atti alla definizione del modello geologico/geotecnico e sismico di dettaglio.

10. BIBLIOGRAFIA

- Agip (1972) *Acque dolci sotterranee*
- Artioli, G.P., U. Baldini et al., (1997) *Area metropolitana di Bologna: stato di avanzamento delle ricerche. Progetto strategico del CNR - Geologia delle grandi aree - Atti del Convegno, Bologna (Italy) 4-5 novembre, 1997.*
- Barbarella M., Pieri L., Russo P., 1990 – *Studio dell'abbassamento del suolo nel territorio bolognese mediante livellazioni ripetute: analisi dei movimenti e condizioni statistiche (INARCOS N. 506 Bologna 1990);*
- Bergonzoni A., Elmi C., 1999 - “*Geologia del territorio urbano di Bologna*”; *Atti del Convegno “Geologia delle grandi aree urbane” (1999), PP. 265-271.;*
- Castellarin A., Eva C., Giglia G. e Vai G. B., 1985. *Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano. Giornale di Geologia, 47, 47-76.*
- Elmi C., Bergonzoni A., Massa T. & Montaletti V., 1984 - *con contributi di Baratella P.L. e Ronchi A., 1984 - “Il territorio di pianura del Comune di Bologna: aspetti geologici e geotecnici”. Giornale di Geologia, sr. 3°, 46/2, (1984), pp. 127-152.;*
- Farina, M., Simoni, M. & Passuti, I. (1998) *Il complesso idrogeologico superficiale nel contesto della città di Bologna. Il Geologo dell'Emilia Romagna, 11, 4-14.*
- Farina, M., Simoni, M., Frontini, S., Toffaletti, N., Anzalone, C., Bergonzoni, A., Bottarelli, M. & Guadagnini L., (2001a) *W-Sahara European Project – Annual Report.*
- Farina, M. et al., (2001b) *Progetto di metro leggero automatico per la città di Bologna – Progetto Definitivo – Relazione Geologica. Comune di Bologna - Unità Ambiente Settore Territorio e Riqualificazione Urbana*
- Regione Emilia Romagna - Agip (1998) *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna, Technical Report. Regione Emilia Romagna, Firenze.*

11. ELENCO DEGLI ALLEGATI A FINE TESTO

Allegato 1 – STRATIGRAFIE SONDAGGI MECCANICI DI RIFERIMENTO	78
Allegato 2 – STRATIGRAFIE INDAGINI INTEGRATIVE	79
Allegato 3 – SOTTOPASSO STRADALE VIA FERRARESE-VIA MAZZA E PARCHEGGIO INTERRATO PIAZZA DELL'UNITÀ – SEZIONE IDROGEOLOGICA A-A'	80
Allegato 4 – SOTTOPASSO STRADALE VIA FERRARESE-VIA MAZZA E PARCHEGGIO INTERRATO PIAZZA DELL'UNITÀ – SEZIONE IDROGEOLOGICA B-B'	81
Allegato 5 – SOTTOPASSO TRAMVIARIO "PASSANTE" – SEZIONE IDROGEOLOGICA A-A'	82

Allegato 1 – STRATIGRAFIE SONDAGGI MECCANICI DI RIFERIMENTO

221DP429

[illegible]



SOCIETÀ GENERALE FONDAZIONI

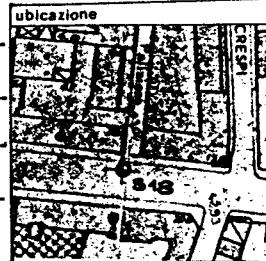
22.1 DP 416

SONDAGGIO N°: 818 DATA: 9.12.1.88

SISTEMA DI FORO: A ROTAZIONE CON C.C.

LOCALITÀ: VIA CORTICELLA N° 26

COMMITTENTE: SISPLAN S.r.l.



QUOTE				LITOLOGIA		SONDAGGIO				ACQUA		PROVE			VARIE	
opera	progetto	profondità	potenza	quota assoluta	stratigrafia	descrizione	% perforazione	% carotaggio	piezometro	livello H ₂ O	lefranc	vane test	pocket	s.p.t.	campioni	
m	m	m	m	mslm	1.100		mm	20	40	80	100	m	data	kg/cm ²	kg/cm ²	
				41.21			101									LIVELLO DELLA PALMA DINAMICO
		3.00				MATERIALE RANTOLIZZATO LIMOSO SAB. BISO AVANA						0.47	1.5			
												0.39	1.3			
		3.00										0.37	1.3			
												0.5	1.35		3.50	
						SABBIA FINE LIMOSA GRIGIO-AZZURRA CON STRIATURE NARROW						0.55	1.45		4.00	
		3.00										0.5	1.25			
												0.4	1.1			
												0.25	1.3		5.50	
		6.00														
		6.00	0.20			SABBIA FINE GRIGIO-AZZURRA						0.6	1.5		6.00	
												0.5	1.3			
						ARGILLA GRIGIO AZZURRA CON CALCINA LI						0.63	1.7			
		1.50										0.63	1.7		7.60	
		2.80										0.5	1.1			
						LIMO ARGILLOSO GRIGIO VERDEASTRO CON STRIATURE NARROW						0.3	0.9		8.40	
												0.8	1.9		8.50	
		2.80										0.2	0.9		9.00	
												0.21	0.7			
												0.21	0.9			
		10.20													10.50	
						SABBIA FINE LIMOSA ARGILLOSA GRIGIO AZZURRA CON STRIATURE NARROW									11.00	
		2.80													12.00	
															12.50	
		12.50										0.28	0.7		12.50	
						LIMO ARGILLOSO GRIGIO AZZURRO LOCALMENTE ORGANICO						0.3	0.85			
												0.15	1.0			
		14.20				SABBIA MEDIA GRIGIO AZZURRA				11.1.88		0.45	1.1		14.00	
		14.20	0.20			ARGILLA GRIGIO SCURA SABBIOSA AL LETTO				12.1.88		0.5	1.1		15.00	
												0.3	1.0			
		15.50				LIMO ARGILLOSO GRIGIO AZZURRO						0.48	1.0			
												0.55	0.7			
		16.50				ARGILLA GRIGIO AZZURRA CON STRIATURE NARROW; CHIARA AL LETTO						0.58	1.2		17.50	
												0.55	1.3		18.00	
		17.50	0.90			SABBIA MEDIA - GROSSOLANA AVANA							3.4		18.50	
						CHIARA SABBIA ARGILLOSA AVANA; Ø max 5cm; AL LETTO LIVELLO FERTTIZZATO									19.00	
		18.00	0.70			ARGILLA GRIGIO AZZURRA									19.50	
						SABBIA FINE GRIGIO-AZZURRA									20.50	
		18.00	1.00												21.00	
		19.00	0.70			SABBIA FINE LIMOSA AVANA; AL LETTO LIVELLO CHIARO FERTTIZZATO									21.50	
															22.00	
						SABBIA GROSSA E CHIARA MEDIA (Ø 2 cm) GIALLE									22.50	
		5.30													23.00	
															24.00	
															24.50	
															25.00	
		25.10										0.51	1.0		26.00	
		25.72	0.20			ARGILLA LIMOSA GRIGIO CENERE CON INCLUSI CHIARI; AL LETTO LIMO ARGILLOSO						0.41	1.3		26.50	
												0.53	1.2		27.00	
		28.00										0.42	1.0		28.50	
						SABBIE FINE LIMOSE GRIGIO AZZURRO LOCALMENTE ARGILLE						0.6	1.5		29.00	
												0.71	1.8		29.50	
		29.50	1.80												30.00	
															30.50	
		30.50	0.70			SABBIE MEDIE E FINE GRIGIO-AZZURRE									31.00	
															31.50	

6209 -
1405
284

221010 P417

STUDIO DR. A. VIGNATI Via S.Stefano, 38 40125 - BOLOGNA			COMM.: EDILFORNACIAT S.C.R.L. DATA DAL: 25/03/04 AL: 28/03/04 LOCALITA': BOLOGNA - Via del Rosario METODO DI PERFORAZIONE: carot. continuo Φ 101 mm		SOND. N°: S5 QUOTA INIZIO p.c.			
PROF. (m)	SIMB.	CAMP.	PROF. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.		P.P.	TIPOLOGIA MATERIALE
					H	N		
			0.3	Terreno agrario				terreno agrario
1				Limo sabbioso di colore nocciola, plasticità bassa. Rari livelli di sabbia media limosa.				materiale utile
2								
3		1	3.5					
4			4.5	Limo debolmente sabbioso di colore nocciola.			0.6	
5				Argilla grigia debolmente sabbiosa. Consistenza plastico-tenera. Da 5.0 m scompare la frazione sabbiosa ed aumenta la consistenza.			1.2	
6							1.5	
7							2.5	
8		2						
9			8.0	Limo sabbioso grigio molto plastico.				
10			9.7					
11			11.1	Sabbia limosa grigia a bassa plasticità.			1.2	substrato non estraibile
12				Argilla grigia a consistenza plastica.			1.2	
13			12.6					
14			13.5	Sabbia limosa grigia.			1.4	
15				Argilla grigia a consistenza plastica.			1.4	
16			16.1					
17			18.0	Limo sabbioso e sabbia limosa grigia.				
18				Sabbia grossolana in scarsa matrice limosa. Da 18.2 rari ciottoli sparsi.				
19			18.4					
20				Argilla grigia con livelli tendenti al nero per la presenza di sostanza organica.				
21								
22			22.0					
23								
24								
25								

221040 P418

STUDIO DR. A. VIGNATI

Via S. Stefano, 38

40125 - BOLOGNA

COMM.: EDILFORNACIAL S.C.R.L.

DATA DAL: 22/03/04

AL: 23/03/04

LOCALITA': BOLOGNA - Via del Rosario

SOND. N°: S1

METODO DI PERFORAZIONE: carot. continuo Φ 101 mm QUOTA INIZIO p.c.

COT. (m)	SIMB.	CAMP	PROF. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.		P.P.	TIPOLOGIA MATERIALE
					H	N		
			0.6	Terreno agrario				terreno agrario
1							2.2	
2				Limo debolmente sabbioso di colore nocciola. Plasticità medio bassa. Da 3 m aumento della frazione sabbiosa.			3.0	
3			3.5					
4		1					3.5	
5				Sabbia fine limosa alternata a limo sabbioso. Colore nocciola, plasticità bassa.				materiale utile
6					6.0	3		
7						5		
8			7.5			7		
9					8.9	13		
10						14		
11				Sabbia medio grossolana di colore nocciola. A 9.5 m il colore diventa grigio e compare una minima frazione limosa.				
12				Da 10.5 a 12.0 m sono presenti sparsi ciottoli di piccole dimensioni (max. 1 cm).				
13								
14			14.8					
15			15.0	Sabbia fine limosa e limo sabbioso. Colore grigio, consistenza plastico-tenera.				
16								
17			17.0	Sabbia grossolana in scarsa matrice limosa.				substrato non estraibile
18				Ghiaia e sabbia grossolana in scarsa matrice limosa. \varnothing max 8 cm. \varnothing med 3 cm.				
19				Da 17.4 a 17.7 m livello di sabbia grossolana				
20			19.5					
21				Argilla grigio-nera ricca di sostanza organica. Da 20.4 m il colore diventa grigio. Consistenza plastico-dura.				
22			21.4					
23			22.1	Limo sabbioso di colore grigio.				
24								
25								

221010 P419

STUDIO DR. A. VIGNATI
Via S. Stefano, 38
40125 - BOLOGNA

COMM.: EDILFORNACIAT S.C.R.L. DATA DAL: 23/03/04 AL: 24/03/04
LOCALITA': BOLOGNA - Via del Rosario SOND. N°: S3
METODO DI PERFORAZIONE: carot. continuo Ø: 101 mm QUOTA INIZIO p.c.

PROF. (m)	SIMB.	CAMP	PROF (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.		P.P.	TIPOLOGIA MATERIALE
					H	N		
			0.3	Terreno agrario				terreno agrario
1			0.7	Limo argilloso di colore nocciola, compatto.			7.0	materiale utile
			1.0	Limo sabbioso di colore nocciola.			1.5	
2				Limo argilloso di colore grigio nocciola			1.7	
3		1	3.0				1.5	
4			4.0	Limo sabbioso di colore nocciola.			1.5	
5				Limo argilloso debolmente sabbioso, colore nocciola, plasticità media. Da 5.0 in scompare la frazione sabbiosa.			1.5	
6							1.4	
7							1.6	
8			7.4				1.0	
9				Limo debolmente sabbioso, nocciola tendente al grigio. Aumento graduale della frazione sabbiosa.			0.9	
10			8.5					substrato non estraibile
11				Sabbia medio-fine limosa alternata a limo debolmente sabbioso. Colore grigio nocciola.				
12								
13								
14			14.0					
15				Chiaia in matrice limoso-sabbiosa. Ø max 5 cm Ø med 3 cm. Presenti livelli di sabbia media.				
16								
17								
18			18.0					
19			19.0	Sabbia media limosa passante (18.3 m) a grossolana con qualche ciottolo sparso.				
20				Argilla grigia compatta. Da 19.3 m è presente una frazione sabbiosa (fine).				
21			20.5					
22				Limo sabbioso e sabbia limosa, colore grigio, plasticità bassa.				
23			22.0					
24								
25								

221010 P420

STUDIO DR. A. VIGNATI Via S.Stefano, 38 40125 - BOLOGNA			COMM.: <u>EDILFORNACIAI S.C.R.L.</u> DATA DAL <u>21/03/04</u> AL: <u>22/03/04</u> LOCALITA': <u>BOLOGNA - Via del Rosario</u> SOND. N°: <u>S2</u> METODO DI PERFORAZIONE: <u>carot. continuo</u> Φ <u>101 mm</u> QUOTA INIZIO <u>p.c.</u>					
PROF. (m)	SIMB.	CAMP	PROF (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.		P.P.	TIPOLOGIA MATERIALE
					H	N		
			0.4	Terreno agrario				terreno agrario
1								
2							1.4	
3				Limo sabbioso nocciola, mediamente plastico. Da 3.5 m aumenta il contenuto in sabbia.			1.1	
4			4.2					
5				Argilla limosa grigio nocciola, mediamente plastica. Da 4.6 m debolmente sabbiosa.				
			5.5					
6				Argilla grigio azzurra debolmente sabbiosa. Elevata plasticità. In profondità graduale aumento della frazione sabbiosa.			0.7	materiale utile
7							0.5	
8			8.3					
9								
10				Alternanze di limo sabbioso e sabbia limosa. Consistenza plastico-tenera. colore grigio. Da 9.5 a 10.2 m c'è un livello di limo debolmente sabbioso.				
11								
12								
13			13.5					
14				Argilla grigia a plasticità medio-alta.			1.1	
			14.0					
15				Sabbia media in matrice limosa, colore grigio. Da 14.0 m la sabbia è grossolana; da 15.7 m diminuisce la matrice.				
16			16.5					
17				Ghiaia e sabbia grossolana in matrice limosa. \varnothing max 15 cm. \varnothing med 3-4 cm. Da 18.0 m graduale diminuzione dei ciottoli.				substrato non estraibile
18			18.5					
19				Sabbia medio grossolana in scarsa matrice limosa. Colore grigio.				
20								
21			21.4					
22			22.3	Limo sabbioso di colore grigio.				
23				Argilla grigia compatta. Da 23.0 a 23.2 m livello di sabbia grossolana.				
			23.5					
24								
25								



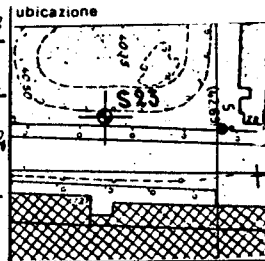
SOCIETÀ GENERALE FONDAZIONI

SONDAGGIO N°: 823(1) DATA: 07.08.1.88

SISTEMA DI FORO: A ROTAZIONE CON C.C.

LOCALITÀ: VIA CORTICELLA - IPOTERMO ARCONBOLO

COMMITTENTE: SISPLAN S.r.l.



921 DP 421

QUOTE				LITOLOGIA		SONDAGGIO				ACQUA		PROVE			VARIE	
opere	progetto	profondità	potenza	quote assoluta	stratigrafia	descrizione	s perforazione	% carotaggio	piezometro	livello H ₂ O	lefranc	vane test	pocket	s.p.t	campioni	
		m	m	malm	1.100		mm	10	20	30	40	m	data	kg/cm ²	cm	
		0.40	0.40	38.334		MATERIALE ANTROPIZZATO LIMO SABBIOSO	101									
						SABBE MEDIE LIMOSE AVANZA LOCAL- MENTE LIMI SABBIOSI							3.0			
			3.10										3.2		2.00	
													3.1		2.50	
		3.50				LIMI SABBIOSI AVANZA						0.31	4.0		4.00	
		4.00	0.50			SABBE MEDIE LIMOSE AVANZA						0.45	4.2		4.50	
															5.00	
			4.50												5.60	
		5.50				ARGILLE GRIGIO AZZURRE CON CALCI NELLI						0.23	0.9		6.00	
												0.18	0.7			
			2.00									0.3	1.2			
												0.4	1.3		7.50	
		7.50				SABBE FINE ARGILLOSE GRIGIO AZZURRE FIO LIMOSE AL LETTO						0.13	1.0			
			1.30									0.2	0.6		8.00	
												0.2	0.6		8.50	
		8.80				LIMO ARGILLOSO GRIGIO AZZURRE						0.2	0.6		9.00	
		9.80	0.20			SABBA FINE LIMO ARGILLOSA									10.00	
		10.00	0.50			SABBA FINE LIMO ARGILLOSA GRIGIO-AZZURRE CON STRIATURE MARONE									10.50	
															11.00	
		11.00				ARGILLE LIMOSE GRIGIO AZZURRE CON CALCI NELI						0.3	0.9		11.50	
												0.19	0.4		12.00	
			5.00									0.2	0.5			
												0.24	0.5			
												0.42	0.4			
												0.43	0.7			
												0.31	1.2		13.50	
												0.23	1.0		14.00	
												0.6	1.6		15.00	
												0.3	0.7			
												0.23	0.3			
												0.45	1.2		16.50	
												0.6	1.0		17.00	
												0.26	2.3		17.50	
															18.00	
						CHIAI E SABBIA GROSSOLANA DI COLORE GIAMASTICO									18.50	
															19.00	
															19.50	
															20.00	
															20.50	
															21.00	
															21.50	
															22.00	
															22.50	
															23.00	
															23.50	
															24.00	
															24.50	
															25.00	
															25.50	
															26.00	
															26.50	
															27.00	
															27.50	
															28.00	
															28.50	
															29.00	
															29.50	
															30.00	

13.6
14.6

39.5 -
13.6
25.9

SOCIETA' GENERALE FONDAZIONI

SONDAGGIO N°: S 23(2) DATA: 27.08.1-88

SISTEMA DI FORO: A ROTAZIONE CON C.G.

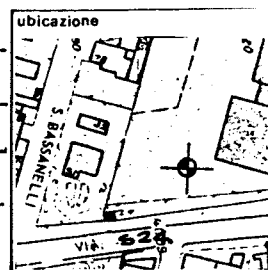
LOCALITÀ: VIA CORTICELLA - PADRONO "ARCOVEGGI"

COMMITTENTE: SISPLAV S.r.l.

[illegible]



COMMITTENTE: SISPLAU. s.r.l.



22100422

QUOTE				LITOLOGIA	SONDAGGIO				ACQUA		PROVE			VARIE		
opere progetto	profondità	potenza	quota assoluta	stratigrafia	descrizione	si perforazione	% carotaggio			piezometro	livello H ₂ O	lefranc	vane test	pocket	s.p.t	campioni
m	m	mslm	m			mm	20	40	60	m	data	kg/cm ²	kg/cm ²			
	38.412				MATERIALE ANTROPIZZATO GROSSOLANO	104										
	3.00															
	3.00				SABBIE FINI LIMOSE GRIGIO-AZZURRE CON STRIATURE MARZDAN									3.40	R	
	4.00				LIMI ARGILLOSI GRIGIO-AZZURRI									2.60		
	5.00					104								5.50	I	
														0.75	0.3	
														0.35	0.9	
														0.3	1.0	
														0.32	1.1	
														0.37	1.3	
	5.00													8.50		
																I
	5.00				LIMI ARGILLOSO SABBIOSI GRIGIO-AZZURRI CON STRIATURE MARZDAN; AL LETTO SAB. BIE FINI ARGILLOSE									0.44	0.3	
														0.39	1.3	
														0.29	1.0	
														0.34	1.1	
														F3	2.0	
														0.35	1.3	
														0.3	1.3	
														0.6	1.3	
														0.5	1.2	
	0.30				ARGILLA GRIGIO-AZZURRA CON STRIATURE MARZDAN									0.4	0.4	
	0.30				SABBIA MEDIA GRIGIO-AZZURRA									0.4	1.5	
					ARGILLA LIMOSA GRIGIO-AZZURRA CON STRIATURE MARZDAN	104								0.53	1.3	
														0.34	1.2	
	1.50													0.3	1.0	
					ARGILLA LIMOSA GRIGIO-AZZURRA									0.36	1.5	
														0.6	1.1	
	1.20															I
					ARGILLA NERA LIMOSA SABBIOSA AL LETTO									0.65	1.6	
														0.4	1.0	
	1.20													0.36	0.95	
					ARGILLA GRIGIO-AZZURRA ORGANICA; AL LETTO 20 cm DI ARGILLA NERA									0.4	1.6	
														0.35	1.6	
	1.30															I
														0.19	0.5	
					LIMO ARGILLOSO GRIGIO-AZZURRO CON STRIATURE MARZDAN									0.24	0.4	
	0.40													0.19	1.2	
	0.50				SABBIA GROSSA GIALLA											
					CIAMIE GROSSE A SFEROLINI SABBIOSI AL GILLOSE	104										R
														33/R		
														20.00		R
														01.00		
														10/R		R
														24.50		
														22.50		R
														23/R		
														23.00		R
														24.00		
														30/R		R
														24.50		
														25.50		R
														44/R		
														26.00		
														22.00		R
														22.50		
														28.50		R
														34/R		
														34.00		R
	30.00															

38.1

12

27



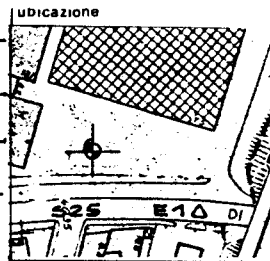
SOCIETÀ GENERALE FONDAZIONI

SONDAGGIO N°: S25 DATA: 10.11.87

SISTEMA DI FORO: A ROTAZIONE CON C.C.

LOCALITÀ: VA CORTICELLA - PIAZZALE ISTITUTO "ALDINI"

COMMITTENTE: SISPLAN S.r.l.



221 DP423

QUOTE				LITOLOGIA		SONDAGGIO				ACQUA		PROVE			VARIE		
opere	profondità	potenza	quota assoluta	stratigrafia	descrizione	a perforazione	% carotaggio				piezometro	livello H ₂ O	lefranc	vane test	pocket	s.p.t	campioni
	m	m	mslm	1.100		mm	22	23	24	25	m	data		kg/cm ²	kg/cm ²		
	1.00		31.823		MATERIALE ANTROPIZZATO	101											
	1.50				LIMO ARGILLOSO, EGGERMENTE SABBIOSO									0.2	0.9		
	2.00				GRIGIO-AZZURRO CON STRUTTURE MARCONI									0.18	0.6	2.50	R
	2.50													0.22	0.4	3.00	
	3.00				SABBIA FINE ARGILLOSA GRIGIA-AZZURRA;									0.25	0.5	4.00	R
	3.50				AL LETTO LIMI ARGILLOSI											4.50	
	4.00													0.25	1.0		
	4.50				ARGILLA GRIGIO-AZZURRA ORGANICA									0.26	0.9		
	5.00													0.26	0.8		
	5.50													0.26	1.1		
	6.00													0.35	1.1		
	6.50													0.45	1.6		
	7.00													0.4	0.3	8.50	I
	7.50													0.27	0.7		
	8.00				LIMO SABBIOSO ARGILLOSO GRIGIO-AZ-									0.23	0.8	9.00	
	8.50				ZURRO CON STRUTTURE MARCONI; AL LETTO											9.50	
	9.00				SABBIA ARGILLOSA									0.25	0.7	10.00	R
	9.50															10.50	
	10.00				ALTERNANZE DI ARGILLE LIMOSE E SABBIE									0.5	1.1	11.00	
	10.50				FINE FINI ARGILLOSE VERDASTRE									0.25	1.1	12.50	R
	11.00													0.25	0.6	13.50	
	11.50				SABBIA MEDIA GRIGIO-AZZURRA									0.25	0.7	14.50	R
	12.00				CON LIVELLI ARGILLOSI	101										15.00	
	12.50													0.38	1.1	16.00	R
	13.00				LIMO SABBIOSO ARGILLOSO GRIGIO-AZZURRO									0.25	0.8	17.00	I
	13.50															17.50	
	14.00													0.28	0.9	18.00	
	14.50													0.32	1.0	19.00	
	15.00													0.35	1.1	20.00	
	15.50													0.25	0.9	21.00	
	16.00													0.4	1.2	22.00	I
	16.50				ARGILLA NERA TORBOJA									0.26	1.2	23.00	R
	17.00				LIMO SABBIOSO ARGILLOSO GRIGIO-AZ-											24.00	
	17.50				ZURRO											24.50	
	18.00															25.00	
	18.50				SABBIA GROSSA SCOLTA CON LIVELLI											25.50	
	19.00				CHIARI DI AVANA											26.00	
	19.50															26.50	
	20.00															27.00	
	20.50															27.50	
	21.00															28.00	
	21.50															28.50	
	22.00				SABBIE FINI LIMO-ARGILLOSE GRIGIE	101										29.00	
	22.50															29.50	
	23.00				SABBIE MEDIE E FINI ARGILLOSE VERDASTRE											30.00	
	23.50				CON STRUTTURE ARANCIO											30.50	
	24.00															31.00	
	24.50				SABBIA GROSSA GRIGIA-AZZURRA NE-											31.50	
	25.00				VENUTE CEMENTATA											32.00	
	25.50															32.50	
	26.00				SABBIE C.S. GRANITE (MAX 3cm)											33.00	
	26.50				CON LIVELLI FERRETTIZI											33.50	
	27.00															34.00	
	27.50															34.50	
	28.00				SABBIA GROSSA GRIGIO-AZZURRA											35.00	
	28.50															35.50	
	29.00				ARGILLA LIMOSA GRIGIO-AZZURRA									0.5	1.5	36.00	I
	29.50													0.55	1.6	36.50	
	30.00													0.65	1.8	37.00	
	30.50													0.5	1.3	37.50	
	31.00													0.71	1.3	38.00	

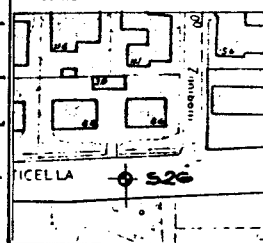
SOCIETA' GENERALE FONDAZIONI

SONDAGGIO N°: S 26 DATA: 15.12.87

SISTEMA DI FORO: A ROTAZIONE CON C.C.

LOCALITA': VIA CORTICELLA - ISTITUTO COLTIVAZ. INDUSTR.

COMMITTENTE: SISPLAN s.r.l.

Localizzazione

22 ~~18~~ 424

[illegible]

[illegible]

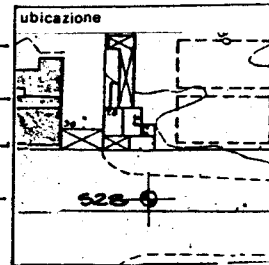
SOCIETA' GENERALE FONDAZIONI

SONDAGGIO N°: 528 DATA: 3-4.12.87

SISTEMA DI FORO: A ROTAZIONE CON C.C.

LOCALITÀ: VIA CORTICELLA - PARCHEGGIO PALESTRA

COMMITTENTE: SISPLAN s.r.l.



29 1DP426

[illegible]

Committente AUTOSTRADE S.p.A.

Data dal 29/11/84

31

Quota

~~36.30~~ 36

BOLOGNA

IND. GEOGNOSTICHE

ROTAZIONE Ø 147

Cantiere

Lavoro

Tipo di attrezzatura

Diametro del foro in mm.	Quota assoluta	Profondità dal p.c.	Spessore strati	Campioni	Quota campioni	CAROTAGGIO % recupero	DISTRUZIONE	TUBAGGIO	Scala riferimento	STRATIGRAFIA	R.Q.D.	Falda Acquafero Piezometro	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	Torvane Kg/cm ²	Packer penetrometer Kg/cm ²	S. P. T. Profondità Numero colpi	Vane test Profondità $\tau_1 = \text{kg}/\text{cm}^2$
						10 30 50 70 90											
			3,00						1				Materiali di riporto.				
	33,30	3,00							2								
									3				15-6-			3,0	2-3-4
									4				Sabbia avana, a grana grossolana, sciolta o poco addensata, talora in leggera matrice limosa. Sono presenti rari elementi di ghiaia a partire da mt. 7.50 -				
			6,50						5								
									6				93-7-			6,0	3-5-6
									7								
	26,80	9,50							8								
			1,50						9				92-8-			9,0	2-4-4
	25,30	11,00							10				Sabbia a grana fine in matrice limosa grigia.				
	24,30	12,00	1,00						11				Argilla plastica grigio-verdastra con inclusi carboniosi e concrezioni, compatta. 14-67-13 1 Ag	0,9	2,0	12,0	3-5-6
			1,50						12				Argilla sabbiosa, grigia, poco compatta. La frazione sabbiosa è a grana media. .	0,4	1,1		
	22,80	13,50							13								
									14				Sabbia a grana media, poco addensata, a tratti in matrice argillosa grigia. La granulometria aumenta verso il basso a partire da m 16.50 -				
			4,40		R	15,00			15				84-10-B SLA	0,4	1,3		
									16				56-35-A SLA			16,5	6-10-12
	18,40	17,90							17								
									18				Ghiaie poligeniche e grossi ciottoli (\varnothing oltre 10 cm) in matrice limo-sabbiosa talvolta argillosa.				
									19								
			8,10						20								
									21								
									22								
									23								
									24								
	10,30	26,00							25								
									26							22,5	23-32-40 p.c
									27								
									28								
									29								
									30							25,5	46-50 5 cm

CAMPIONI INDISTURBATI:

S=Shelby	D=Darlson
O=Osterberg	P=Percussione
M=Mazier	

CAMPIONI RIMANEGGIATI : = R

CAMPIONI RIMANEGGIATI DA SPT : = RS

Note : 5 CASSE

MISURA FALDA ACQUIFERA

	Data	Prof. foro	Quota rivest.	Livello acqua		Data	Prof. foro	Quota rivest.	Livello acqua
S					S				
M					M				
S					S				
M					M				

Committente AUTOSTRAD S.p.A.

Data dal 28/11/84 al

Quota 36.1 3

Cantiere BOLOGNA

Lavoro TANGENZIALE

Tipo di attrezzatura WIRE LINE Ø 146

Diametro del foro in mm.	Quota assoluta	Profondità dal p.c.	Spessore strati	Campioni	Quota campioni	CAROTAGGIO					DISTRUZIONE	TUBAGGIO	Scala riferimento	STRATIGRAFIA	R. Q. D.	Falso Acquifero Piezometro	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	Torvane Kg /cm ²	Pocket penetrometer Kg/cm ²	S. P. T.			Vane		
						10	30	50	70	90										Profondità	Numero colpi	Profondità			
Ø 146	34,60	1,50	1,50										1				Terreno vegetale, formato da sabbia marrone nocciola rimaneggiata - presenza di radici.								
														2			Sabbia medio-fine marrone nocciola debolmente addensata.								
	32,50	3,60	2,10		2,70								3			71-28 1933 LA (14) VO 40			3,5	2-3-3					
			D	3,30										4			Argilla limosa marrone-grigio azzurra mediamente consistente con livelli sabbiosi poco addensati. Da mt 9.7 a mt 11.0 livello limo-argilloso marrone nocciola poco consistente.	0,8	1,6	4,0					
					5,70								5												
			D	6,30										6			63-31 1930 LA (14) VO 6.3 EA 580 1.99 m ³			6,5	3-5-5				
			11,10											7											
				D	9,30										8										
														9			7.77-16 1219 VO 6.2								
															10						9,5	2-2-3			
														11						0,6	10,0				
				D	11,70										12			18-52 1935 EA 600 m ³ 4.37 m ³							
														13											
				D	12,30										14						12,5	3-7-8			
	21,90	14,70												15											
															16			Ghiaia e ghiaietto in matrice sabbiosa, ciottoli poligenici ed eterometrici con Ø max 6 mc.	0,8	1,5	14,0				
				5,30										17											
															18										
	16,10	20,00												19											
															20										
														21											
															22										
															23										
															24										
															25										
															26										
															27										
															28										
															29										
															30										

CAMPIONI INDISTURBATI:
S=Shelby
O=Osterberg
M=Mazier

D=Denison
P=Percussione

CAMPIONI RIMANEGGIATI: = R

CAMPIONI RIMANEGGIATI DA SPT: = RS

Note:
PIEZOMETRO 19.2
4 CASSE

MISURA FALDA ACQUIFERA

	Data	Prof. foro	Quota rivest.	Livello acqua		Data	Prof. foro	Quota rivest.	Livello acqua
S	28/11	20.00	20.00	8.20	S				
M	11/12	"	"	9.00	M				
S					S				
M					M				

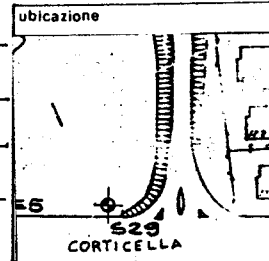
SOCIETA' GENERALE FONDAZIONI

SONDAGGIO N°: 529 DATA: 9.11.1.89

SISTEMA DI FORO: A ROTAZIONE CON C.C.

LOCALITÀ: ALL'INTERNO DELLA RANPA DELLA TANUSOLIALE -
USCITA N° 6

COMMITTENTE: SISPLAN s.r.l.



221DP427

[illegible]



2218127

SOCIETA' GENERALE FONDAZIONI

SONDAGGIO N°: 529 (2) DATA: 9.11.88SISTEMA DI FORO: A ROTAZIONE CON C.C.LOCALITA': ALL'INTERNO DELLA RAMPA DELLA TAV. 6
USCITA UFFCOMMITTENTE: SISPLAN S.p.A.

ubicazione

QUOTE				LITOLOGIA		SONDAGGIO				ACQUA		PROVE			VARIE		
opere progetto	profondità	potenza	quota assoluta	stratigrafia	descrizione	s perforazione	% carotaggio				piezometro	livello H ₂ O	lefranc	vane test	pocket	s.p.t	campioni
	m	m	mslm	1.400		mm	20	40	60	80	m	data		kg. 2 cm	kg. 10 cm		
	0.50				SASSA MEDIA E FINE ARGILLOSA GRIGIO AZZURRA CON INCLUSI CHIARI	104								0.6	1.5		
	0.50				ARGILLA POCO LIMA SA GRIGIO-AZZURRA									0.6	1.8		

EDIZIONE
V.le della Repubblica 25
BOLOGNA
Tel. 516352

Quota iniziale: m. s. l. m.
Scala lunghezze:
Tipo avanzamento:
Data:

1 : 50
Trivellazione a secco
Maggio 1969

6 ET
1095-NF



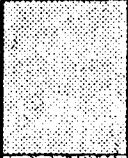
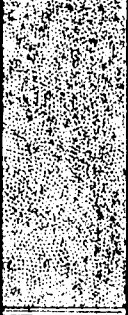

Località:

Corticella

221 DP 103A-B

Committente:

Coop. SALAMANDRA - Bologna

Quote m. s. l. m.	Profon. parziali (m.)	Profon. progress. (m.)	P. P. Kg/cm ³	Idrologia	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE TERRENI	OSSERVAZIONI
	2.00	2.00				Limo argilloso giallastro, micaceo.	Terreno di alterazione superficiale.
	4.00	6.00				Argilla limosa giallastra con tracce di ossidi idrati ferri- ci. Presenza di granuli calcarei di neoformazione.	Terreno pseudocoerente a bassa coesione. Umidità ridotta. CONSISTENZA: plastica.
	4.00	7.00				Limo sabbioso argilloso grigio giallastro, micaceo.	Terreno a bassissima coesione e coerenza e umidità accolta.
	2.00	9.00		▷		Sabbia a grana da fine a media, grigia, limosa.	Terreno privo di coesione e coerenza, totalmente imbevibile.
				▷		Argilla grigio cinerea, leggermente limosa. Presenza di sostanze vegetali allo stato torboso sparse nell'insieme. Aumento della componente limosa in profondità.	Terreno pseudocoerente a scarsa coesione. Umidità generalmente ridotta. CONSISTENZA: da plastica a plastica.

Sabbia a grana da fine a media, grigia, limosa.

Terreno privo di coesione
coerenza, totalmente im-

1.00

9.00



Argilla grigio cinerea, legger-
mente limosa. Presenza di
sostanze vegetali allo stato
torboso sparse nell'insieme.
Aumento della componente limo-
sa in profondità.

Terreno pseudocoerente a
scarsa coesione.
Umidità generalmente ridotta.
CONSISTENZA: da plastico
a plastica.

44.00

20.00

▷ Zone di forte imbibizione.

Studio di Geologia Tecnica

V.le della Repubblica, 25
Bologna - Tel. 51.63.52

Dr. A. Nanni

Dr. B. Ferri

A. Nanni

B. Ferri





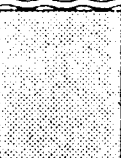


Località:

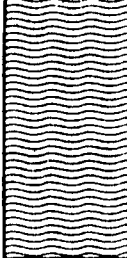





Corticella

Committente:

Coop. SALAMANDRA - Bologna

C 68

Quota s.l. m.	Profon. parziali (m.)	Profon. progress. (m.)	P. P. Kg/cm ²	Idrologia	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE TERRENI	OSSERVAZIONI
	2.00	2.00				Limo argilloso giallastro, micaceo.	Terreno di alterazione superficiale.
	2.00	4.00				Argilla giallastra limosa con tracce di ossidi ferrici idratati e torbe in profondità.	Terreno pseudocoerente a bassa coesione. Umidità abbastanza accentuata. CONSISTENZA: plastica.
	4.00	5.00				Sabbia a grana fine giallastra, limosa, con torbe sparse.	Terreno privo di coerenza e coesione, a forte imbibizione.
	2.00	7.00				Argille giallastra, limosa, inizialmente con granuli calcarei di neoformazione.	Terreno pseudocoerente a bassa coesione. Umidità abbastanza accentuata. CONSISTENZA: plastica.
	4.00	8.00				Limo sabbioso argilloso grigio giallastro, micaceo.	Terreno a bassissima coesione e coerenza, a forte imbibizione.
	2.00	10.00				Sabbia a grana media limoso argillosa, grigia. Aumento della componente argillosa in profondità.	Terreno privo di coesione e coerenza, totalmente imbibito.
	4.00	14.00				Argilla molto limosa giallastra con tracce di ossidi ferrici idratati.	Terreno pseudocoerente a bassa coesione e umidità accentuata. CONSISTENZA: plastica.

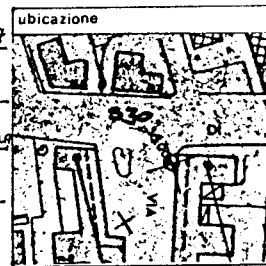
2.00	7.00		Argilla giallastra, limosa, inizialmente con granuli calcarei di neoformazione.	Terreno pseudocoerente a bassa coesione. Umidità abbastanza accentuata. CONSISTENZA: plastica.
1.00	8.00		Limo sabbioso argilloso grigio giallastro, micaceo.	Terreno a bassissima coesione e coerenza, a forte imbibizione.
2.00	10.00		Sabbia a grana media limosa argillosa, grigia. Aumento della componente argillosa in profondità.	Terreno privo di coesione e coerenza, totalmente imbibito.
1.00	11.00		Argilla molto limosa giallastra con tracce di ossidi ferri idratati.	Terreno pseudocoerente a bassa coesione e umidità accentuata. CONSISTENZA: plastica.
				
			Argilla grigio cinerea, leggermente limosa, a volte con tracce di sostanze vegetali allo stato torboso. Lieve aumento della componente limosa nella parte mediana del termine.	Terreno pseudocoerente a discreta coesione. Umidità generalmente ridotta. CONSISTENZA; da plastica a plastico dura.



SISTEMA DI FORO: A ROTAZIONE CON. C.C.

LOCALITÀ: INCROGIO VIA CROCE COPERTA - VIA CORTICELLA

COMMITTENTE: SISPLAN srl



221DP 447

[illegible]

QUOTE				LITOLOGIA		SONDAGGIO				ACQUA		PROVE			VARIE	
opere	progetto	profondità	potenza	quota assoluta	stratigrafia	descrizione	di perforazione	% carotaggio	piezometro	livello H ₂ O	iefranc	vane test	pocket	s.p.t	campioni	
		m	m	mslm	1.100		mm	20	30	40	50	m	data	Kg/cm ²	Kg/cm ²	
		1.00		35.34		MATERIALE AUTENTIFICATO GAZZILLANO	101									
		1.80		34.54		MATERIALE SABBIOLOSO LIMOSO AUTENTIFICATO										
		2.50		33.84		SABBIE FINI LIMOSE ARGILLOSE AVANA								1.80		
		3.00		33.34		ARGILLA TORBOSA AVANA						0.43	0.9	2.25		
		3.50		32.84		LIMI ARGILLOSI E ARGILLE LIMOSE GRIGIO-AZZURRE CON STRUTTURE MARIANNE						0.2	0.4			
		4.00		32.34								0.3	0.7			
		4.50		31.84								0.23	0.6			
		5.00		31.34								0.2	0.5			
		5.50		30.84								0.5	0.8			
		6.00		30.34		LIMI ARGILLOSI LEGGERMENTE SABBIOSI, LA COMPONENTE ARGILLOSA AUMENTA AL LETTO COLORE AVANA	101					0.2	0.5			
		6.50		29.84								0.1	0.3	7.00		A
		7.00		29.34								0.25	0.6	7.45		
		7.50		28.84								0.1	0.4	8.90		I
		8.00		28.34								0.18	0.5	9.20		
		8.50		27.84								0.18	0.5	10.00		R
		9.00		27.34		ALTERNANZE DI SABBIE FINI ARGILLOSE E ARGILLE LIMOSE SABBIOSE AVANA				2.12.87		0.22	0.4	10.50		
		9.50		26.84								0.23	0.8			
		10.00		26.34		ALTERNANZE COME SOPRA MA GRIGIO-AZZURRE	101					0.2	0.4	17.00		R
		10.50		25.84								0.25		17.50		
		11.00		25.34								0.1		14.00		
		11.50		24.84								0.1		14.00		R
		12.00		24.34		SABBIE MEDIE GRIGIO-AZZURRE LOCALMENTE LIMOSE ARGILLOSE						0.18	0.9	14.50		
		12.50		23.84								0.2	0.9	17.00		R
		13.00		23.34								0.1	1.0	17.50		
		13.50		22.84								0.1	1.0	18.00		R
		14.00		22.34								0.1	1.0	18.50		
		14.50		21.84								0.1	1.0	19.00		R
		15.00		21.34		SABBIE CHIAROSI ARGILLOSE	101					0.1	1.0	20.00		I
		15.50		20.84								0.1	1.0	20.50		
		16.00		20.34								0.1	1.0	21.00		R
		16.50		19.84								0.1	1.0	21.50		
		17.00		19.34								0.1	1.0	22.00		R
		17.50		18.84								0.1	1.0	22.50		
		18.00		18.34								0.1	1.0	23.00		R
		18.50		17.84								0.1	1.0	23.50		
		19.00		17.34								0.1	1.0	24.00		R
		19.50		16.84								0.1	1.0	24.50		
		20.00		16.34								0.1	1.0	25.00		R
		20.50		15.84								0.1	1.0	25.50		
		21.00		15.34								0.1	1.0	26.00		R
		21.50		14.84								0.1	1.0	26.50		
		22.00		14.34								0.1	1.0	27.00		R
		22.50		13.84								0.1	1.0	27.50		
		23.00		13.34								0.1	1.0	28.00		R
		23.50		12.84								0.1	1.0	28.50		
		24.00		12.34								0.1	1.0	29.00		R
		24.50		11.84								0.1	1.0	29.50		
		25.00		11.34								0.1	1.0	30.00		R
		25.50		10.84								0.1	1.0	30.50		
		26.00		10.34								0.1	1.0	31.00		R
		26.50		9.84								0.1	1.0	31.50		
		27.00		9.34								0.1	1.0	32.00		R
		27.50		8.84								0.1	1.0	32.50		
		28.00		8.34								0.1	1.0	33.00		R
		28.50		7.84								0.1	1.0	33.50		
		29.00		7.34								0.1	1.0	34.00		R
		29.50		6.84								0.1	1.0	34.50		
		30.00		6.34								0.1	1.0	35.00		R

SOCIETA' GENERALE FONDAZIONI

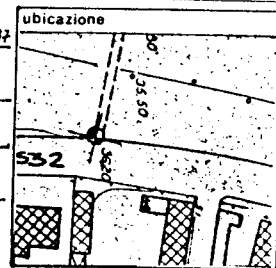
22 DP 49

SONDAGGIO N°: S 32 DATA: 26-27.11.87

SISTEMA DI FORO: A ROTAZIONE CON C.C.

LOCALITÀ:

COMMITTENTE: SISPLAN srl

[illegible]



EDILPALI
40127 BOLOGNA
Viale della Repubblica 25
Tel. 51.63.52

Quota iniziale

Tipo avanzamento: trivellazione a secco

Data: Giugno 1974

SONDAGGIO N. 1

SEZIONE GEOTECNICA

Dr. P. L. Barate

Dr. A. Ronchi

GEOLGCI

Profondità (m)	COMMITTENTE : COOPERATIVA MURATORI CEMENTISTI Srl			LOCALITA' : Bologna - Via Corticella	
	Idrologia	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE TERRENI	OSSERVAZIONI	P.P. Kg/cm ²
1.00			Sabbia e ghiaia di ripor- to. 001	221DP100A-D	
2.00			Sabbia limosa argillosa di colore nocciola. 210		
4.00			Limo sabbioso argilloso di colore giallastro noc- ciola - con tracce di os- sidazione. 120	Terreno pseudocoerente a consistenza plastica - umidità da scarsa a me- dia.	
6.00			Argilla limosa marrone con tracce di ossidazio- ne. 110	Terreno pseudocoerente di consistenza plastica. Umidità media.	
10.00			Limo argilloso grigio azzurro. 110	Terreno pseudocoerente a consistenza da plasti- co tenera a plastico - Umidità media.	

1m

2m

2m

4m



EDILPALI
40127 BOLOGNA
Viale della Repubblica 25
Tel. 51.63.52

Quota iniziale : 78,8
Tipo avanzamento : trivellazione a secco
Data : Giugno 1974

SONDAGGIO N. 2

Dr. E. G. Corticella
Dr. A. Ronchi

Profondità (m)	COMMITTENTE : COOPERATIVA MURATORI CEMENTISTI Srl			LOCALITA' : Bologna - Via Corticella		
	Idrologia	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE TERRENI	OSSERVAZIONI	P.P. Kg/cmq	Tor-van Kg/cmq
1,00			Massicciata. Ghiaia e sabbia. 001			
4,00			Limo sabbioso argilloso giallastro. 120	Terreno pseudocoerente a consistenza plastica - umidità da scarsa a me- dia.		
10,00			Limo argilloso grigio azzurro. 110	Terreno pseudocoerente a consistenza da plasti- ca a plastica tenera - umidità media.		

EDILPALI

V.le Repubblica, 25
BOLOGNA
Tel. 516352

SONDAGGIO N. 3

Quota iniziale: m. s. l. m.

Scala lunghezze:

Tipo avanzamento:

Data:

1 : 50

Trivellazione a secco

Luglio 1969

C 7 F

1108-NF

Quota m.s.l.m.	Profon- perzelli (m.)	Profon- progress. (m.)	P. P. Kg/cm ²	Idrologia	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE TERRENI	OSSERVAZIONI
						Argille sabbiose grigio giallastre.	Terreno pseudocoerente a bassissima coesione. Umidità ridotta. <u>TERRENO A</u>
	3.00	3.00					
						Sabbie a grana media giallastre, inizialmente argillose.	Terreno privo di coesione e coerenza ad umidità ridotta. <u>TERRENO B</u>
	4.00	7.00					
						Sabbie grigio giallastre a grana media frammista a ciottoli poligenici di piccole e medie dimensioni.	Terreno privo di coesione e coerenza ad umidità ridotta. <u>TERRENO C</u>
	2.00	9.00					
							Studio di Geologia Tecnica V.le della Repubblica, 25 Bologna - Tel. 516352 Dr. A. Nanni <i>A. Nanni</i> Dr. B. Ferri <i>B. Ferri</i>

Località:

COMMITTENTE:

CONSORZIO PROVINCIALE COOPERATIVE DI PRO-

COMUNE DI BOLOGNA

COMUNE

LOCALITÀ

VASCHE S. ANNA

CORTICELLA

COMITENTE COMUNE DI BOLOGNA - A.M.V.

SONDAGGIO N° 7

DATA 1.10.81

Sistema di Perforazione CAROTAGGIO A SECCO Ø 400 mm

Profondità (m.)	Idrologia	Colonna stratigraf.	Descrizioni Terreni	Osservazione	P.P. kg/cm ²	vane test kg/cm ²
0,5	0,40		finia di riporto			
1	0,70		argilla limosa gialla			
1,5			argilla grigia leggermente limosa con resti vegetali e alghe calcaree		2,4	
2	1,20		limo argilloso sabbioso	CAMPIONE (1,70 - 2,00)	0,5	
2,5	1,30		argilla gialla granulare con noduli calcarei resti vegetali e torba		2,0	
3						
3,5	3,70		argilla sabbiosa fin argillosa alla base	CAMPIONE (3,70 - 4,00)		
4						
4,5	4,60		argilla grigia e gialla con granuli calcarei		2,4	
5						
5,5	5,30			CAMPIONE (5,30 - 5,50)	1,1	
6						
6,5			argilla grigia scura con noduli limo e resti calcarei alcuni resti di argilla gialla	CAMPIONE (5,80 - 6,10)	2,3	
7						
7,5						
8						
8,5	8,30		argilla grigia scura		7,5	
9						
9,5						
10	11,0					

P4155

PROVE DI LABORATORIO

BAGNATO

Quote m.s.l.m.	Profon. parziali (m.)	Profon. progress. (m.)	G. Kg/cm²	Idrologia	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE TERRENI	OSSERVAZIONI
			4.20	3		Argille limoso sabbiose giallastre, con granuli ed incrostazioni calcaree di neoformazione.	Terreno "A"
			0.80	44			
6.00	6.00						
			0.80	36		Argille limose grigio nerastre.	Terreno "B"
2.00	8.00						
4.00	9.00	4.00		43		Argille limoso sabbiose giallastre.	Terreno "A"
4.00	10.00	0.40		48		Limo giallastro fortemente argilloso.	Terreno "C"
			4.00	56		Argille limoso sabbiose giallastre, con granuli ed incrostazioni calcaree di neoform.	Terreno "A"
2.00	12.00						
						► Zone imbibite.	

A. Lommi *[Signature]*

Località: BOLOGNA - FABBRICATO VIA INDIPENDENZA - VIA DEI MILLE - VIA GALLIERA.

COMMITTENTE: STUDIO TECNICO
GEOM. NARCISO DAL FIUME

SONDAGGIO MECCANICO A CAROTAGGIO CONTINUO

224 DP 409

COMMITTENTE: PARCHEGGI BOLOGNA Soc. Cons. a r.l.

PERFORAZIONE: SPZ 2

LOCALITÀ: BOLOGNA

DATA: 22-05-90/25-05-90

CANTIERE: Autoparcheggio Via Gramsci

COORDINATE:

LEGENDA:

- PG Campionatore a pareti grosse
- S Campionatore a pareti sottili Shelby
- O Campionatore a pistone Osterberg
- D Campionatore rotativo Denison
- M Campionatore rotativo Mazier

RILIEVO LIVELLO FALDA (H₂O)

Profondità foro (m)	Profondità rivestim. (m)	Sera		Mattino	
		GG.	H.	GG.	H.
12.60	12.10	22/5	5.70	23/5	5.70
21.90	22.10	23/5	/	24/5	4.85
24.40	24.10	24/5	/		

Progetto: 90.027.03.CC.153 Certif.: 019.IG.90.027 Rev.: 00 Operat.: L. SOCINI Resp.: P. COLLI Approv.: C. COMASIRI Data: 3/90

Progetto: 90.027.03.CC.153		Certif.: 019.16.90.027		Rev.: 007		Operat.: 11.000																					
Profondità (m)	Colonna Stratigrafica (AGI)	Campioni		Carotaggio				Installazioni Piezometri			R.Q.D.	Descrizione Stratigrafica	Pocket Penetrometer (MPa)	Torvane (MPa)	S.P.T.		Vane (MPa)			Metodo di Perforazione	Tipo di Carotiere	Rivestimento	H ₂ O	Data	Note		
		Tipo	Numero	Profondità (m)	%	20	40	60	80	Profondità (m)					Schema	Riempimento	N.	H (m)	Max.							Res.	Profondità (m)
0.00																											
0.50												Cementazione + pozzetto															
1.00												Bentonite															
2.00																											
3.00																											
4.00																											
5.00																											
5.10																											
5.65			0	1																							
6.00																											
6.65																											
7.00																											
7.40																											
8.00																											
8.40																											
8.55																											
9.00																											
9.15		0	2																								
9.30																											
10.00																											

Terreno di riporto:

Da 0.00 m a 0.40 m ghiaia grossa con frammenti di laterizio in matrice limo argilloso sabbiosa bruno (HUE 10YR 4/3).

Da 0.40 m a 6.65 m argilla con limo bruno grigiastro scura (HUE 2.5Y 4/2). Consistente. Presenza di frammenti di laterizio, di puntature e venature brunastre (HUE 7.5Y 4/4) e di puntature nerastre (sostanza organica vegetale). Tracce di mica.

Da 0.70 m a 1.00 m ciottoli in matrice argilloso limosa.

Da 1.00 m a 1.45 m e 2.40 m a 2.45 m grossi frammenti di laterizio in matrice limo sabbiosa.

Da 2.65 m a 3.05 m sabbia limo-argillosa con abbondanti frammenti di laterizio.

Da 3.05 m a 3.30 m grossi frammenti di laterizio in matrice argilloso limoso sabbiosa bruno grigiastro scura (HUE 2.5Y 4/2). Tracce di frammenti legnosi.

Da 3.75 m a 4.10 m, da 5.00 m a 5.10 m, da 6.15 m a 6.35 m argilla con limo leggermente sabbiosa bruno grigiastro scura (HUE 2.5Y 4/2). Presenza di mica e frammenti di laterizio e di piccoli calcinelli.

Da 6.35 m a 6.65 m, tracce di sostanza organica, in puntature nerastre.

Si ha reazione con HCl 37%.

Argilla con limo di colore variabile dal nero grigiastro (HUE 2.5Y 3/0) all'oliva (HUE 5Y 5/4). Da moderatamente consistente a consistente. Presenza di lenti oliva (HUE 5Y 4/3), di frammenti di gusci calcarei, di puntature oliva.

Presenza di mica e di calcinelli a partire da 7.70 m.

Da 7.05 m a 7.35 m argilla con limo grigio nerastra (HUE 2.5Y 3/0). Presenza di mica, di frammenti di gusci calcarei, di sostanza organica nerastra in puntature e di puntature oliva.

Da 7.35 m a 7.50 m e da 9.15 m 10.20 m argilla con limo leggermente sabbiosa grigio oliva (HUE 5Y 5/2).

5.75

19/06/90

Nel piezometro tipo Casagrande, il tubo cieco è contraddistinto da una fascetta di nastro adesivo GE.I.M.CO.

Terreno di riporto:
 Da 0.00 m a 0.40 m ghiaia grossa con frammenti di laterizio in matrice limo argilloso sabbiosa bruno (HUE 10YR 4/3).
 Da 0.40 m a 6.65 m argilla con limo bruno grigiastro scura (HUE 2.5Y 4/2). Consistente. Presenza di frammenti di laterizio, di puntature e venature brunastre (HUE 7.5Y 4/4) e di puntature nerastre (sostanza organica vegetale). Tracce di mica.
 Da 0.70 m a 1.00 m ciottoli in matrice argilloso limosa.
 Da 1.00 m a 1.45 m e 2.40 m a 2.45 m grossi frammenti di laterizio in matrice limo sabbiosa.
 Da 2.65 m a 3.05 m sabbia limo-argillosa con abbondanti frammenti di laterizio.
 Da 3.05 m a 3.30 m grossi frammenti di laterizio in matrice argilloso limoso sabbiosa bruno grigiastro scura (HUE 2.5Y 4/2). Tracce di frammenti legnosi.
 Da 3.75 m a 4.10 m, da 5.00 m a 5.10 m, da 6.15 m a 6.35 m argilla con limo leggermente sabbiosa bruno grigiastro scura (HUE 2.5Y 4/2). Presenza di mica e frammenti di laterizio e di piccoli calcinelli.
 Da 6.35 m a 6.65 m, tracce di sostanza organica, in puntature nerastre.
 Si ha reazione con HCl 37%.

Argilla con limo di colore variabile dal nero grigiastro (HUE 2.5Y 3/0) all'oliva (HUE 5Y 5/4). Da moderatamente consistente a consistente. Presenza di lenti oliva (HUE 5Y 4/3), di frammenti di gusci calcarei, di puntature oliva.
 Presenza di mica e di calcinelli a partire da 7.70 m.
 Da 7.05 m a 7.35 m argilla con limo grigio nerastra (HUE 2.5Y 3/0). Presenza di mica, di frammenti di gusci calcarei, di sostanza organica nerastra in puntature e di puntature oliva.
 Da 7.35 m a 7.50 m e da 9.15 m 10.20 m argilla con limo leggermente sabbiosa grigio oliva (HUE 5Y 5/2).

SONDAGGIO MECCANICO A CAROTAGGIO CONTINUO

221 DP409

COMMITTENTE: PARCHEGGI BOLOGNA Soc. Cons. a r.l.

PERFORAZIONE: SPZ 2

LOCALITÀ : BOLOGNA

DATA : 22-05-90/25-05-90

CANTIERE : Autoparcheggio Via Gramsci

COORDINATE :

Progetto: 90.027.03.CC.153

Certif.: 019.IG.90.027

Rev.: 00

Operat.: L. SOCINI

Resp.: P. COLLIER

Approv.: C. COMASIRI

Data: 3/90

LEGENDA:

PG Campionatore a pareti grosse

S Campionatore a pareti sottili Shelby

O Campionatore a pistone Osterberg

D Campionatore rotativo Denison

M Campionatore rotativo Mazier

RILIEVO LIVELLO FALDA (H₂O)

Profondità
foro (m)Profundità
rivestim.
(m)

Sera	
GG.	H.

Mattino	
GG.	H.

[illegible]

SONDAGGIO MECCANICO A CAROTAGGIO CONTINUO

221DP 409

COMMITTENTE: PARCHEGGI BOLOGNA Soc. Cons. a r.l.

PERFORAZIONE: SPZ 2

LOCALITÀ: BOLOGNA

DATA: 22-5-90/25-5-90

CANTIERE: Autoparcheggio Via Gramsci

COORDINATE:

LEGENDA:

- PG Campionatore a pareti grosse
- S Campionatore a pareti sottili Shelby
- O Campionatore a pistone Osterberg
- D Campionatore rotativo Denison
- M Campionatore rotativo Mazier


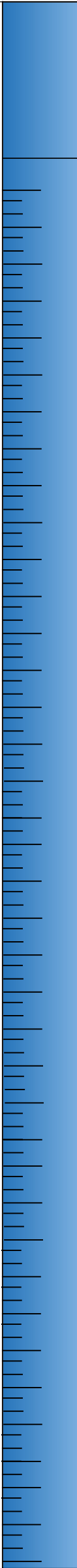
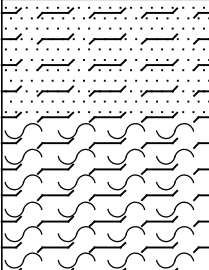
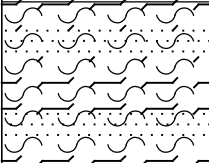
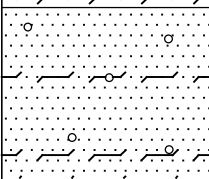
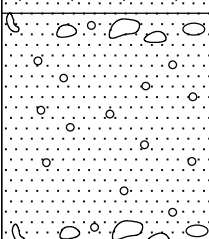
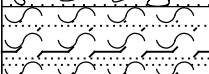
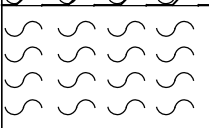
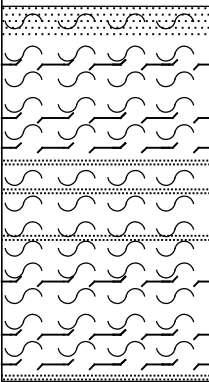
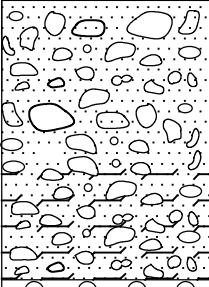
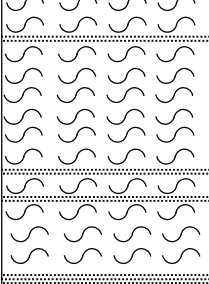
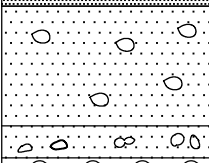

RILIEVO LIVELLO FALDA (H₂O)

Profondità foro (m)	Profondità rivestim. (m)	Sera		Mattino	
		GG.	H.	GG.	H.


Progetto: 90.027.03.CC.153 Certif.: 019.IG.90.027 Rev.: 00 Operat.: L. SOCINI Resp.: P. COLLI Approv.: C. COMASTRI Data: 3/90

Profondità (m)		Colonna Stratigrafica (AGI)	Campioni			Carotaggio				Installazioni Piezometri			R.Q.D.	Descrizione Stratigrafica	Pocket Penetrometer (MPa)	Torvane (MPa)	S.P.T.		Vane (MPa)			Metodo di Perforazione	Tipo di Carotiere	Rivestimento	H ₂ O	Data	Note	
			Tipo	Numero	Profondità (m)	%				Profondità (m)	Schema	Riempimento					N.	H (m)	Max.	Res.	Profondità (m)							
20.00														Da 19.85 m a 20.20 m, da 20.60 m a 22.00 m la matrice passa a sabbioso medio grossolana. Da 22.00 m a 22.20 m diminuzione della frazione limosa. Da 20.20 m a 20.60 m sabbia da medio grossolana a fine. Presenza di venature brunastre. Reagisce con HCl 37%.														
21.00																												
22.00																												
23.00	22.85																											
24.00					24.40										Da 22.85 m a 23.25 m argilla con limo, sabbiosa, oliva (HUE 5Y 5/3). Da consistente a molto consistente. Presenza di puntature brunastre, di mica e di calcinelli. Da 23.25 m a 23.45 m limo argilloso bruno oliva chiaro (HUE 2.5Y 5/6). Presenza di calcinelli e di venature bruno giallastre (HUE 10YR 5/6). Da 23.45 m a 23.70 m argilla limosa grigio oliva scura (HUE 5Y 3/2). Presenza di piccoli calcinelli e di puntature bruno giallastre.													
25.00	25.00			0	7	25.00									Da 23.70 m a 24.00 m e da 24.20 m a 25.00 m argilla limosa grigio scura. (HUE 5Y 4/1). Presenza di calcinelli, di puntature bruno giallastre e di puntature brunastre. Da 24.00 m a 24.20 m argilla con limo grigio oliva (HUE 5Y 5/2). Presenza di calcinelli e di puntature oliva. Reagisce con HCl 37%.													
26.00																												
27.00																												
28.00																												
29.00																												
30.00																												


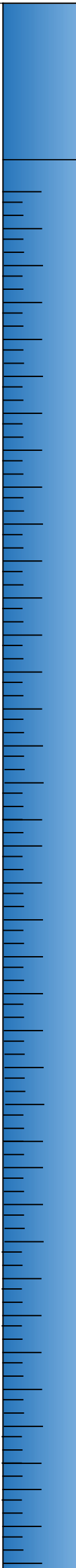
Allegato 2 – STRATIGRAFIE INDAGINI INTEGRATIVE

SONDAGGIO N.		DATA:		20/06/2022		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div> <div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div>								
S01		SONDA:		Pacchiosi P1000										
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO										
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:			
SYSTRA		Bologna (BO)				data		prof.	30mt	30mt	127mm	Dott.Geol. R.Rijillo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Igor Caracoi		
						n.r.		n.r.						
QUOTA DA p.d.c.	LITOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
		TIPO	NUM.	PROF.							P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
02,00mt 04,50mt 07,50mt 09,80mt 12,70mt 13,60mt 15,20mt 19,90mt 23,40mt 27,10mt 29,00mt 30,00mt					Riporto							03,00mt		
					Limo che varia da debolmente sabbioso ad argilloso									
					Argilla limosa, a tratti sabbiosa.									
					Sabbia, a tratti limosa, con sporadica presenza di ciottoletti									
					Sabbia con presenza di ciottoli compresa tra due livelli di ghiaia in matrice sabbiosa (9.8-10.20 /12.4-12.70)									
					Argilla limosa con livelli sabbiosi									
					Argilla con calcinelli									
					Argilla con intercalazioni dal sabbioso al limoso con due livelli decimetrici di sabbia limosa da 17.10 a 17.20 mt e da 19.80 a 19.90 mt									
					Ghiaia in matrice da sabbioso a sabbioso/limosa									
					Argilla con a tratti intercalazioni limose e sabbiose, livelli sabbiosi tra 23.90-24.00/ 25.60-25.70 / 25.90-26.00/ 26.90-27.10 mt									
					Sabbia con presenza di ciotoli centimetrici fino a 28.60 mt e poi ghiaia in matrice sabbiosa									
					Da argilla con intercalazioni limose a argilla con calcinelli									


FINE SONDAGGIO 30 mt

SONDAGGIO N.		DATA:		14-15/07/2022		<div><div></div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com</div><div><small>ECOCANTIERI SRL Tel 051 5873399</small><small>GEOLOGIA – AMBIENTE - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</small></div></div>								
S01b		SONDA:		Pacchiosi P1000										
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO										
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:			
SYSTRA		Bologna (BO)				data		prof.	30mt	30mt	127mm	Dott.Geol. R.Rijillo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Igor Caracoi		
						n.r.		n.r.						
QUOTA DA p.d.c.	LITOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
		TIPO	NUM.	PROF.							P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
02,00mt					Riporto									
07,50mt				Limo che varia da debolmente sabbioso ad argilloso										
10,20mt 11,00mt				Argilla limosa a tratti sabbiosa										
				Sabbia fine con rari ciottoletti										
				Argilla limosa a tratti sabbiosa con livelli di sabbia tra 16.40-16.60/ 18.50-18.70/ 20.50-21.00 e un livello di ciottoli in matrice limoso argillosa tra 20.20-20.50										
21,00mt				Ghiaia in matrice da sabbioso a sabbioso limosa										
23,00mt 23,60mt				Limo argilloso										
				Argilla con a tratti intercalazioni limose e sabbiose (sabbia da 25.00 a 25.50 mt)										
27,10mt				Sabbia con sporadica presenza di ciottoli centimetrici										
29,00mt 30,00mt				Argilla sabbiosa, negli ultimi 50 cm con calcinelli										


FINE SONDAGGIO 30 mt


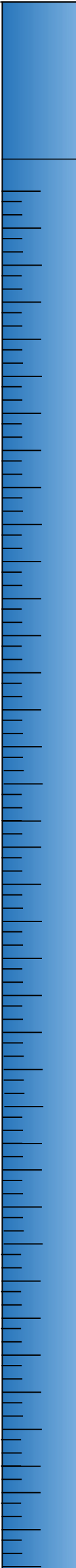
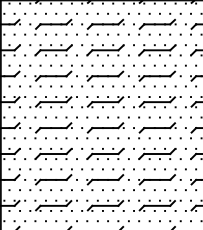
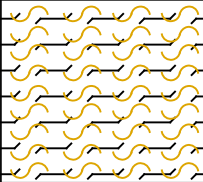
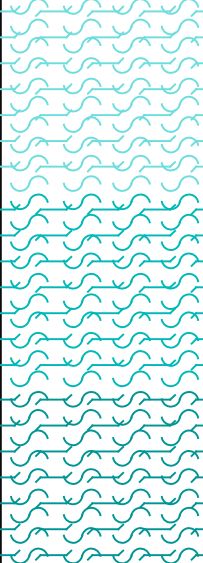
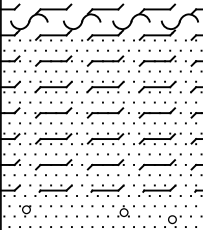

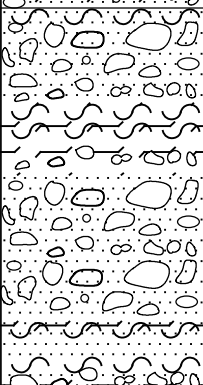


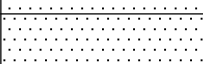
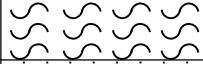
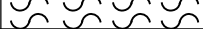
SONDAGGIO N.		DATA:		16/06/2022		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div><div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div></div>								
S03		SONDA:		Pacchiosi P1000										
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO										
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:			
SYSTRA		Bologna (BO)				data		prof.	30mt	30mt	127mm	Dott.Geol. R.Rijillo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Igor Caracoi		
						n.r.		n.r.						
QUOTA DA p.d.c.	LITOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
		TIPO	NUM.	PROF.							P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
02,00mt					Riporto							03,00mt		
					Limo a tratti debolmente sabbioso									
04,50mt					Argilla limosa									
05,00mt					Limo sabbioso									
05,70mt					Sabbia debolmente limosa									
06,40mt					Argilla									
11,40mt					Sabbia									
					Ghiaia in matrice sabbiosa e limosa a intervalli									
16,00mt					Argilla a tratti debolmente limosa con i seguenti intervalli: 18.10-18.20 sabbia, 19.20-19.50 limo argilloso, 20.50-20.60 sabbia, 20.90-21.00 argilla sabbiosa									
					Ghiaia in matrice sabbioso/limosa con un livello di sabbia rosso/ocra tra 21.50 e 21.60 mt									
21,40mt					Sabbia limosa									
24,50mt					Argilla che tende a tratti al limoso e a tratti al sabbioso, sabbioso tra 25.50-26.00/ 27.50-27.70/ 28.70-29.00									
24,65mt														
29,50mt					Ghiaia in matrice sabbioso/limosa									
30,00mt														

FINE SONDAGGIO 30 mt


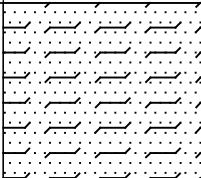
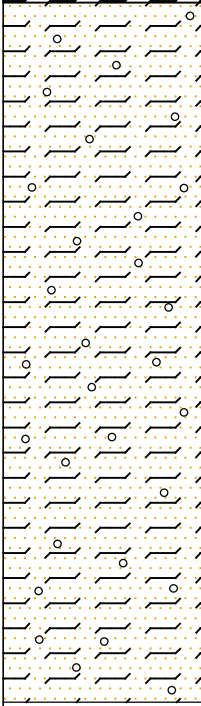
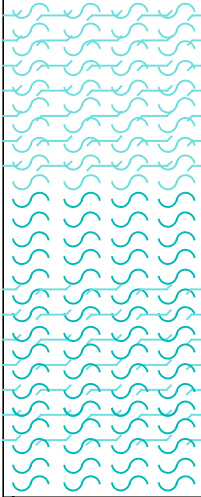
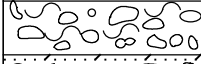
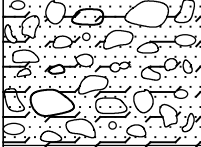
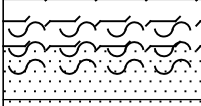
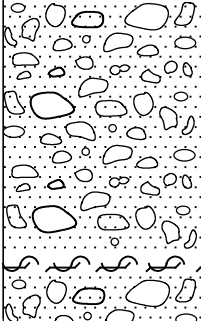
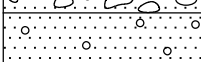

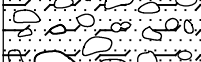
SONDAGGIO N.		DATA:		13/7/2022		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399</div><div>- Fax 051 3370627</div><div>- e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div></div> <div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div>										
S03b		SONDA:		Pacchiosi P1000												
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO												
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:					
SYSTRA		Bologna (BO)				data		prof.	30mt	30mt	127mm	Dott.Geol. R.Rijillo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Igor Caracoi				
						n.r.		n.r.								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"		
01,30mt							Riporto									<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></</div></div>


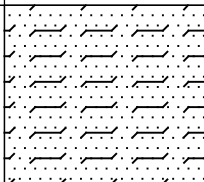
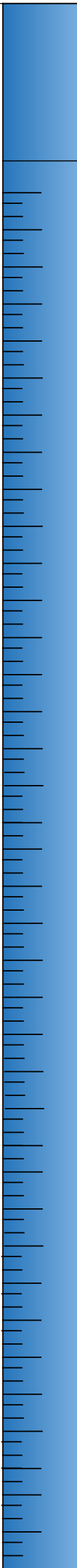
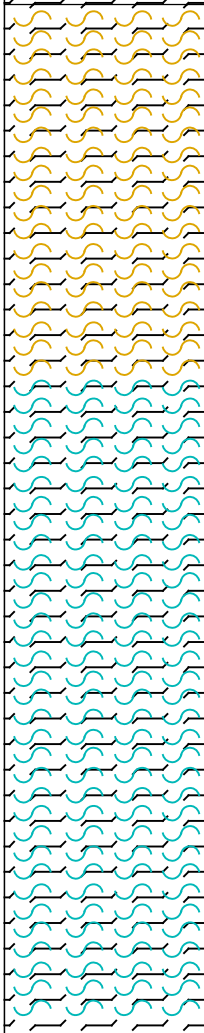
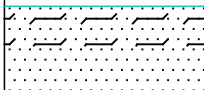
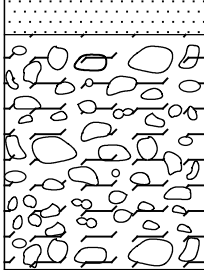
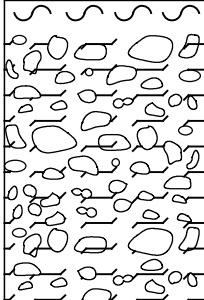
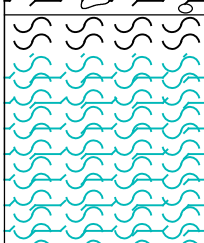
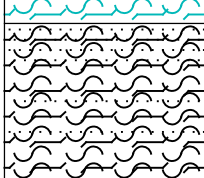

FINE SONDAGGIO 30 mt

SONDAGGIO N.		DATA:		18-19/07/2022		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div><div>ecocantieri.com</div><div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>									
S04b		SONDA:		Pacchiosi P1000											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:				
SYSTRA		Bologna (BO)				data		prof.	30mt	30mt	127mm	Dott.Geol. R.Rijillo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Igor Caracoi			
						n.r.		n.r.							
QUOTA DA p.d.c.	LITOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
		TIPO	NUM.	PROF.							P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"		
					Riporto										
02,00mt					Limo a tratti sabbioso con gli ultimi 50 cm argilloso										
06,50mt					Sabbia limosa, alla fine argillosa										
07,30mt					Argilla che arriva ad essere limosa										
09,50mt					Da limo argilloso a limo sabbioso con parziale componente argillosa										
12,00mt					Argilla con parziale presenza di calcinelli										
15,00mt					Argilla a tratti limosa con livelli sabbiosi e tra 20.80 a 21.2 un livello di limo sabbioso										
21,20mt					Ghiaia in matrice sabbiosa, debolmente limosa								21,00mt		
23,40mt					Da argilla limosa ad argilla										
25,30mt					Sabbia argillosa										
26,15mt					Argilla con saltuarie intercalazioni limose										
27,30mt					Livello di sabbia in componente argillosa da 27.30 a 27.55 seguito da argilla nerastra che conclude con argilla contenente calcinelli										
30,00mt															

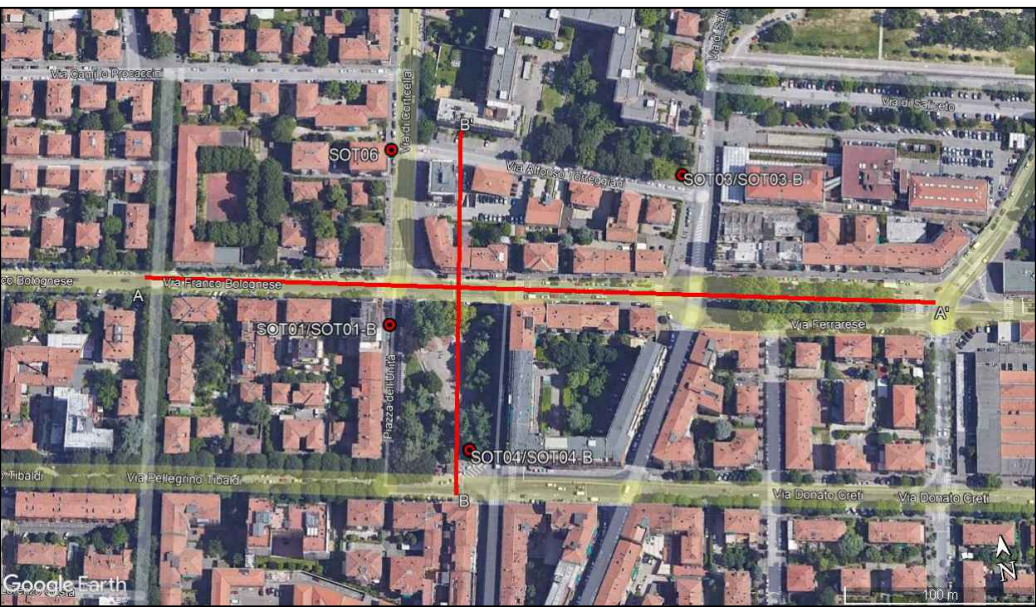
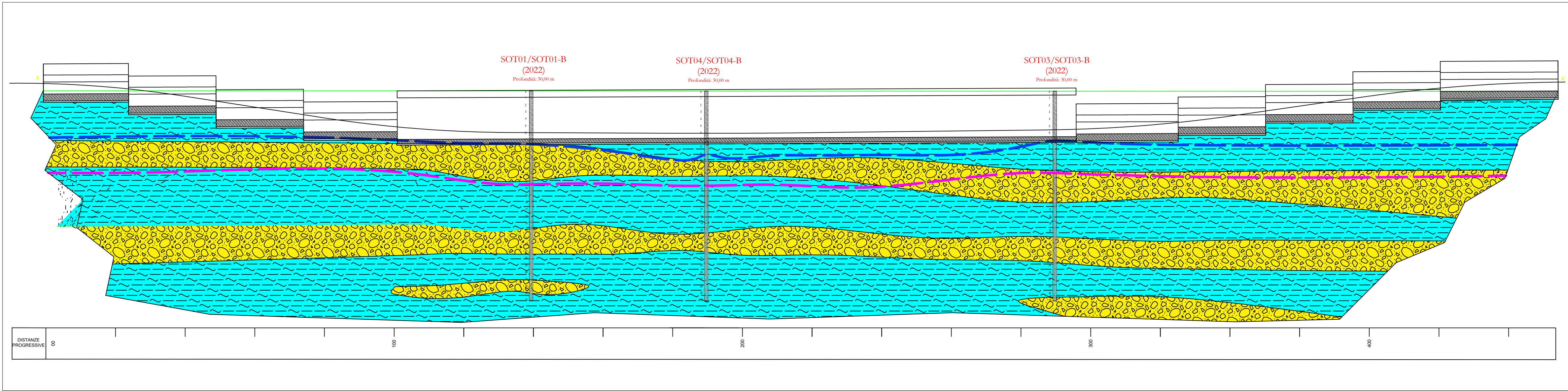
SONDAGGIO N.		DATA:		9-10/06/2022		<div><div></div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com</div><div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div>							
S11		SONDA:		Pacchiosi P1000									
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO									
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:		
SYSTRA		Bologna (BO)				data		prof.	30mt	30mt	127mm	Dott.Geol. R.Rijillo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Igor Caracoi	
						n.r.		n.r.					
QUOTA DA p.d.c.	LITOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
		TIPO	NUM.	PROF.					P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"		
01,00mt					Riporto					03,00mt			
					Limo debolmente sabbioso								
04,00mt					Argilla da poco ad abbastanza limosa marroncina								
06,30mt					Argilla a componente limosa variabile con colore da azzurrino a grigiastro								
13,50mt					Da limo argilloso a sabbioso con passaggio a 16.00 mt a sabbia limosa e sabbia con ciottoli centimetrici sparsi								
16,80mt					Ghiaia in matrice sabbioso/limosa								
20,70mt					Successione di livelli di ghiaia in matrice limosa/sabbiosa con intercalazioni di livelli di argilla limosa/sabbiosa con un intervallo tra 24.9 e 25.10 mt di sabbia limosa								
25,50mt					Sabbia con sporadici ciotoli centimetrici								
26,70mt					Ghiaia in matrice sabbioso/limosa								
28,00mt					Sabbia								
28,70mt					Argilla limosa (nerastra negli ultimo 40 cm) e con un livello di sabbia tra 29.50 e 29.60 mt								
30,00mt													

FINE SONDAGGIO 30 mt

SONDAGGIO N.		DATA:		13-14/06/2022		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div><div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div></div>							
S12		SONDA:		Pacchiosi P1000									
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO									
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:		RILIEVO FALDA								PROF. FORO	PROF. ALES.
SYSTRA		Bologna (BO)		data	prof.	30mt	30mt	127mm	Dott.Geol. R.Rijillo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Igor Caracoi				
				n.r.	n.r.								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA			PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.				P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
02,30mt							Limo debolmente sabbioso						
11,40mt							Sabbia beige, a tratti debolmente limosa, con sporadica presenza di ciottoli centimetrici				03,00mt		
17,90mt							Argilla grigio/azzurrognola a tratti debolmente limosa						
18,60mt							Ghiaia in matrice argillosa						
20,00mt							Ghiaia in matricelimoso/sabbiosa						
22,00mt							Argilla da limosa a sabbiosa						
26,30mt							Ghiaia in matrice sabbiosa con un livello di limo debolmente argilloso tra 25.30 e 25.50 mt						
27,00mt							Sabbia con sporadici ciottoletti						
29,00mt							Ghiaia in matrice sabbioso limosa						
30,00mt							Sabbia con sporadici ciottoletti						
							FINE SONDAGGIO 30 mt						

SONDAGGIO N.		DATA:		8-9/06/2022		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div><div>ecocantieri.com</div><div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>Tel 051 5873399</div><div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>- Fax 051 3370627</div><div>- e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>								
S14		SONDA:		Pacchiosi P1000										
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO										
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:			
SYSTRA		Bologna (BO)				data		prof.	30mt	30mt	127mm	Dott.Geol. R.Rijillo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Igor Caracoi		
				n.r.		n.r.								
QUOTA DA p.d.c.	LITOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
		TIPO	NUM.	PROF.							P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
02,30mt					Limo debolmente sabbioso								03,00mt	
					Argilla che varia da poco a molto limosa e a sporadicamente molto debolmente sabbiosa di colore dal marroncino all'azzurgnolo									
15,50mt					Sabbia da limosa (0.50 cm) a sabbia									
17,00mt					Ghiaia in matrice limosa e a tratti sabbiosa									
20,00mt					Ghiaia di dimensioni variabili in matrice sabbiosa con un livello di argilla nerastra tra 20.00 e 20.30 mt									
24,00mt					Argilla a variabile componente limosa grigio/azzurrina con calcinelli con un livello di argilla nerastra tra 24.00 e 24.50									
27,20mt					Argilla limosa con livello di sabbia da 27.2 a 27.7, di sabbia fine da 28.15 a 28.25 e sabbia media da 28.50 a 28.65									
30,00mt					FINE SONDAGGIO 30 mt									

Allegato 3 – SOTTOPASSO STRADALE VIA FERRARESE-VIA MAZZA E PARCHEGGIO INTERRATO PIAZZA DELL'UNITÀ – SEZIONE IDROGEOLOGICA A-A'



INDAGINI PROGETTO

SOT#
Sondaggi a carotaggio continuo

LEGENDA LITOLOGICA

Terreni limosi e/o argillosi
Terreni ghiaiosi e/o sabbiosi

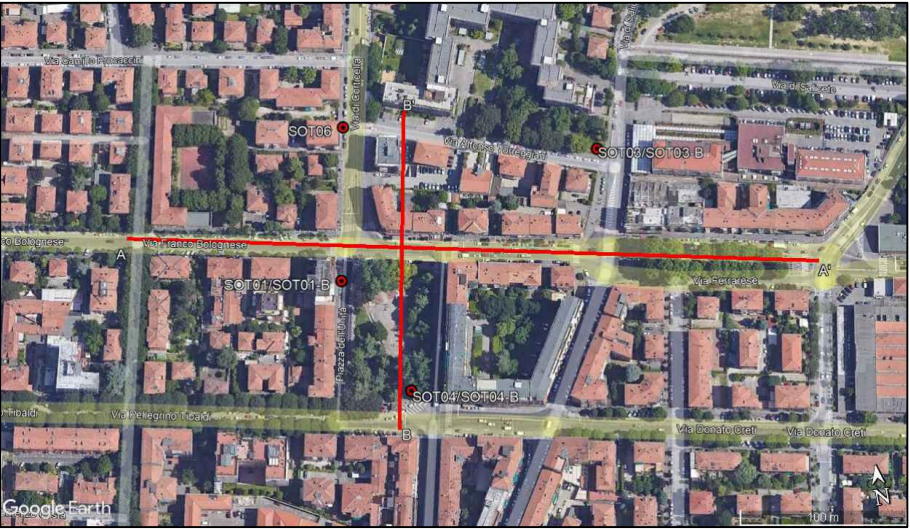
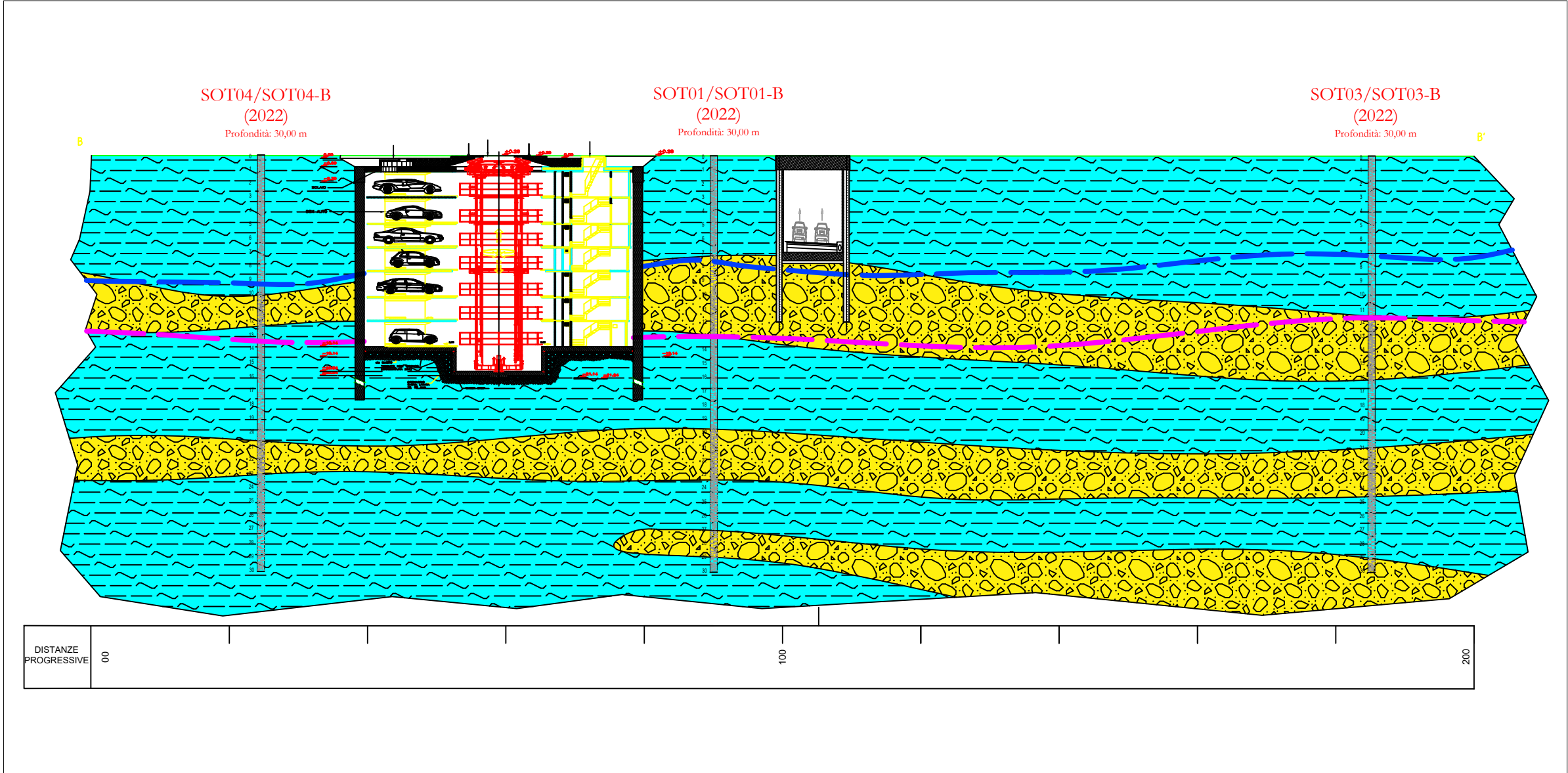
SIMBOLOGIA

Livelli piezometrici al 19/07/2022

Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo (SOT#)

0	07/2022	EMISSIONE	F. Tassinari	A. Poone	M. Mattioli
REV	DATA	DESCRIZIONE	DIS.	VERIF.	APPROV.
		ALLEGATO-3	Foglio 01 di 01		
SCALA	1:500/250	Sottopasso stradale via Ferrarese-Via Mazza e parcheggio interrato Piazza dell'Unità ALLEGATO 3 - Sezione Idrogeologica			

Allegato 4 – SOTTOPASSO STRADALE VIA FERRARESE-VIA MAZZA E PARCHEGGIO INTERRATO PIAZZA DELL'UNITÀ – SEZIONE IDROGEOLOGICA B-B'



INDAGINI PROGETTO

SOT#
Sondaggi a carotaggio continuo

LEGENDA LITOLOGICA

Terreni limosi e/o argillosi

Terreni ghiaiosi e/o sabbiosi

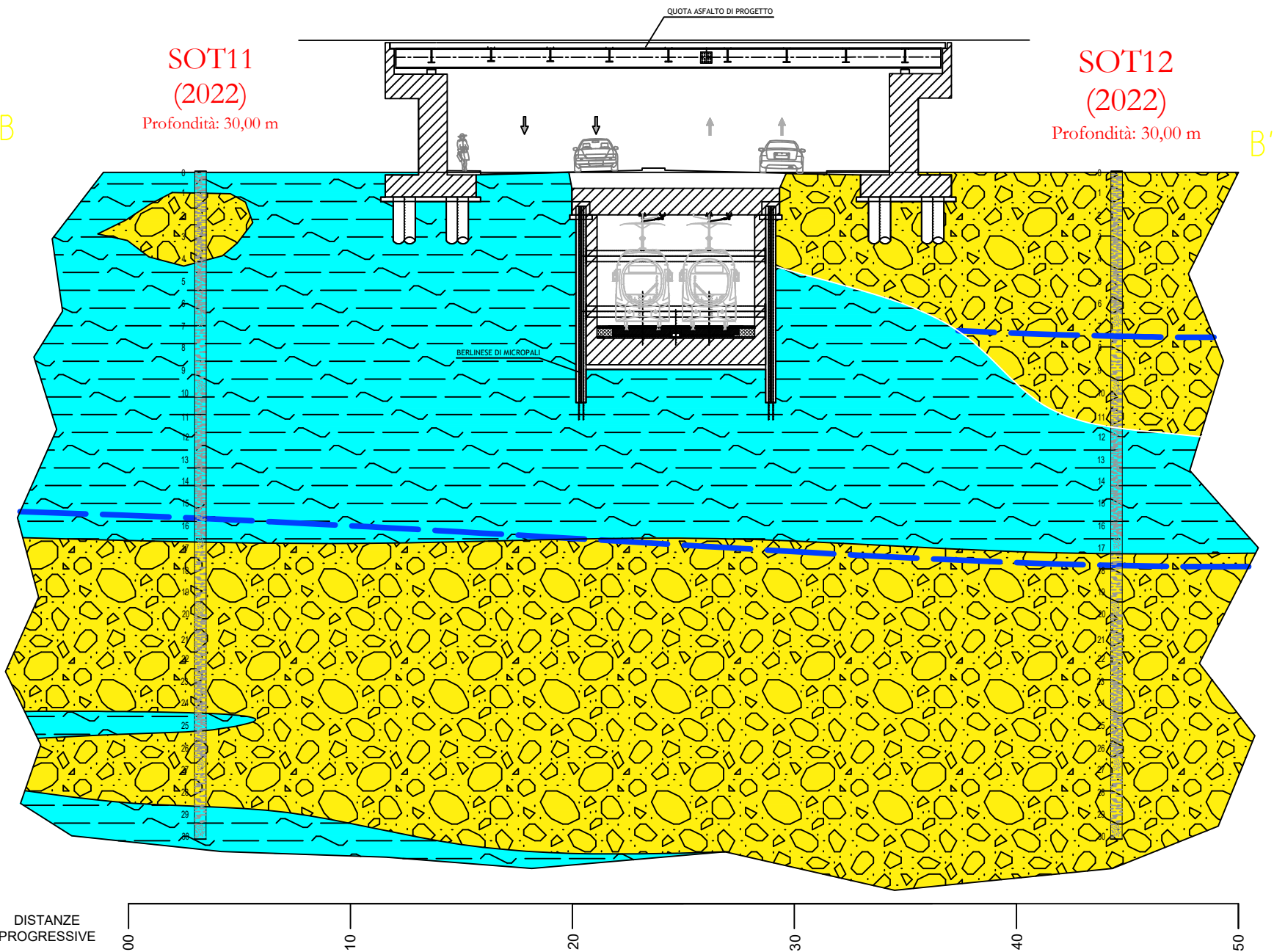
SIMBOLOGIA

Livelli piezometrici al 19/07/2022

Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo (SOT#)

0	07/2022	EMISSIONE		F. Tassinari	A. Poone	M. Mattioli
REV	DATA	DESCRIZIONE		DIS.	VERIF.	APPROV.
		ALLEGATO—4	FOGLIO 01 DI 01	DISEGNO N. —		
		Sottopasso stradale via Ferrarese—Via Mazza e parcheggio interrato Piazza dell'Unità ALLEGATO 4 — Sezione Idrogeologica				
SCALA	1:500/250					

Allegato 5 – SOTTOPASSO TRAMVIARIO “PASSANTE” – SEZIONE IDROGEOLOGICA A-A’



INDAGINI PROGETTO

SOT#
Sondaggi a carotaggio continuo

LEGENDA LITOLOGICA

Terreni limosi e/o argillosi

Terreni ghiaiosi e/o sabbiosi

SIMBOLOGIA

livello piezometrico
al 19/07/2022

Sondaggi stratigrafici
a carotaggio continuo (SOT#)

O	07/2022	EMISSIONE		F. Tassinari	A. Paone	M. Mattioli
REV	DATA	DESCRIZIONE		DIS.	VERIF.	APPROV.
		ALLEGATO—5	FOGLIO 01 DI 01	DISEGNO N. —		
		Sottopasso tramviario "Passante"				
SCALA	1:500	ALLEGATO 5 — Sezione Idrogeologica				